

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Školící a vzdělávací středisko v nízkoenergetickém standardu

Training and Education Center in the Low-Energy Standard

Student:

Ondřej Hetmánek

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Iveta Skonicová, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání diplomové práce

Student: **Mgr. Ondřej Hetmánek**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T040 Prostor prostředí staveb

Téma: Školící a vzdělávací středisko v nízkoenergetickém standardu
Training and Education Center in the Low-Energy Standard

Zásady pro vypracování:

Stavebně technické řešení novostavby - pro dokumentaci pro provádění stavby, která bude obsahovat části:

1. Souhrnná technická zpráva
2. Situace stavby
3. Stavební část
 - Technická zpráva
 - Výkresová část
 - půdorysy jednotlivých podlaží a střechy
 - řezy
 - pohledy
 - vybrané detaily
4. Stavební tepelná technika
 - Stanovení tepelně technických požadavků na stavební konstrukce a budovu
 - Stanovení ukazatelů energetické náročnosti budovy.
5. Technika prostředí staveb
 - Návrh vytápění a nuceného větrání budovy.
 - Ekonomické zhodnocení - porovnání investičních a provozních nákladů.
6. Denní osvětlení
 - Posouzení denního osvětlení vybraných místností.

Rozsah práce: dle směrnice děkanky č.7/2012 a dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

Seznam doporučené odborné literatury:

- Zákon č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon).
- Vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov (včetně pozdějších změn a předpisů)..
- Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- Vyhláška MMR č. 398/2009., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.
- ČSN 73 4301. Obytné budovy. Praha : Český normalizační institut, 2004 (změna Z1/2005, Z2/2009, Z, Z3/2012).
- ČSN 01 3420. Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části. Praha : Český normalizační institut 2004.
- ČSN 73 0540. Tepelná ochrana budov - Část 2 : Požadavky. Praha : Český normalizační institut, 2011.
- ČSN EN 12 831. Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Praha : Český normalizační institut, 2005.
- ČSN 01 3452. Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení. Praha : Český normalizační institut,

2006.

ČSN 73 6005. Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Praha : Český normalizační institut, 1994.

ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – Projektování a montáž. Praha : Český normalizační institut, 2002.

ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení. Praha : Český normalizační institut, 2006.

ČSN 73 0580. Denní osvětlení budov - Část 1 : Základní požadavky. Praha : Český normalizační institut, 2007.

ČSN 73 0580. Denní osvětlení budov - Část 3 : Denní osvětlení škol. Praha : Český normalizační institut, 1994.

SKOTNICOVÁ, I., LABUDEK, J. Stavební tepelná technika I - studijní texty pro cvičení. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2011. 83 s. ISBN 978-80-7204-767-3.


CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. A KOL. Větrání a klimatizace. Praha : Bolit B press Brno, 1993. ISBN 80-901574-0-8.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2013

Datum odevzdání: 02.12.2013


Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.
děkanka fakulty

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Anotace diplomové práce:

Hetmánek, O. *Školící a vzdělávací středisko v nízkoenergetickém standardu*. Diplomová práce, 92 stran. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, 2013.

Diplomová práce je zaměřena na vypracování dokumentace pro provedení novostavby občanské vybavenosti s účelem školícího a vzdělávacího střediska v nízkoenergetickém standardu. Práce se ve své první části zaměřuje na stavební řešení objektu. Budova je navržena jako dřevostavba umístěná v bruntálském regionu. Další části se věnují stavební tepelné technice, technice prostředí staveb zahrnující návrh vytápění a nuceného větrání budovy a ekonomické zhodnocení a poslední část posouzení denního osvětlení vybraných místností budovy. Vytápění budovy je navrženo pomocí vzduchu, který bude ohříván ve výměníku napojeném na tepelné čerpadlo voda-voda. Je navržen také systém zpětného získávání tepla ze vzduchu.

Klíčová slova:

školící a vzdělávací středisko, nízkoenergetický standard, dřevostavba, tepelná technika, osvětlení, vytápění, větrání, tepelné čerpadlo, zpětné získávání tepla

Annotation of the thesis:

Hetmánek, O. *Training and Education Center in the Low-Energy Standard*, The Thesis, 92 pages. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2013.

The thesis is focused on working out of the project of the building of public facilities - Training and Education Center in the Low-Energy Standard. In the first part of the Thesis there is solved the construction of a building, which is designed as wood-construction in Bruntal region. The main issue is the heating, which is solved with air heating. Air is heated with heat pump of water-water system in heat exchanger. There is also used the recuperation of heat. Rest of the thesis is focused on thermal technology of buildings, economic judgment and lighting of some rooms.

Key words:

training and education center, low-energy standard, wood-construction, thermal technology of buildings, lighting, heating, air-conditioning, heat pump, recuperation of heat

Obsah

Seznam použitého značení:	9
1. ÚVOD	13
2. STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NOVOSTAVBY	14
2.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA	14
2.1.1 Identifikační údaje	14
2.1.2 Seznam vstupních podkladů	14
2.1.3 Údaje o území	14
2.1.4 Údaje o stavbě	15
2.1.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení	17
2.2 SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	17
2.2.1 Popis území stavby	17
2.2.2 Celkový popis stavby	18
2.2.3 Připojení na technickou infrastrukturu	24
2.2.4 Dopravní řešení	25
2.2.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav	25
2.2.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana	25
2.2.7 Ochrana obyvatelstva	26
2.2.8 Zásady organizace výstavby	26
2.3 STAVEBNÍ ČÁST	28
2.3.1 Technická zpráva	28
2.3.2 Výkresová část	34
3. STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA	35
3.1 STANOVENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH POŽADAVKŮ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE A BUDOVU	35
3.1.1 Úvod	35
3.1.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce	35
3.1.3 Součinitel prostupu tepla	42
3.1.4 Průměrný součinitel prostupu tepla	43
3.1.5 Lineární činitel prostupu tepla	44
3.1.6 Pokles dotykové teploty podlahy	46
3.1.7 Šíření vlhkosti konstrukcí	46
3.1.8 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou	47
3.1.9 Tepelná stabilita místností	48
3.2 STANOVENÍ UKAZATELŮ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	49
3.2.1 Neobnovitelná primární energie za rok	49
3.2.2 Celková dodaná energie za rok	50
3.2.3 Průměrný součinitel prostupu tepla	50
3.2.4 Klasifikace budovy s velmi nízkou potřebou tepla	51
4. TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB	53
4.1 NÁVRH VYTÁPĚNÍ A NUCENÉHO VĚTRÁNÍ BUDOVY	53
4.1.1 Základní koncepce vytápění a nuceného větrání	53
4.1.2 Tepelné ztráty jednotlivých místností a zón prostupem tepla	53
4.1.3 Tepelné zisky vybraných místností	55
4.1.4 Požadavky na minimální výměnu vzduchu	56
4.1.5 Výpočet celkového tepelného výkonu přiváděného vyměňovaným vzduchem ..	58
4.1.6 Návrhový propočet teploty a skutečného objemu přiváděného ohřátého vzduchu	59

4.1.7	Celkové reálné množství přiváděného a odváděného vzduchu.....	62
4.1.8	Technické řešení ohřevu a rozvodů vzduchu	64
4.1.9	Tlakové ztráty rozvodů vzduchu a jejich dimenzování.....	65
4.1.10	Zvlhčování vzduchu	66
4.2	ZDROJ TEPLA	67
4.2.1	Výběr zdroje tepla a jeho odůvodnění.....	67
4.2.2	Návrh výkonu a pokrytí potřeby tepla budovy.....	67
4.2.3	Zdroj primárního tepla a jeho vlastnosti	68
4.3	DOPLŇKOVÝ ZDROJ ENERGIE – FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM.....	69
4.3.1	Slunce jako zdroj energie	70
4.3.2	Fotovoltaické články, panely a systémy.....	71
4.3.3	Státní podpora produkce elektřiny ze Slunce	73
4.3.4	Technické řešení fotovoltaického systému	74
4.3.5	Výpočet získané energie.....	74
4.4	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ – POROVNÁNÍ INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADŮ	74
4.4.1	Srovnání investičních a provozních nákladů otopného systému bez rekuperace tepla z větraného vzduchu	75
4.4.2	Srovnání investičních a provozních nákladů otopného systému včetně rekuperace tepla z větraného vzduchu a zahrnutí nákladů na VZTJ u ostatních srovnávaných zdrojů tepla	78
4.4.3	Výpočet prosté návratnosti fotovoltaického systému.....	80
5.	DENNÍ OSVĚTLENÍ	82
5.1	POSOUZENÍ DENNÍHO OSVĚTLENÍ VYBRANÝCH MÍSTNOSTÍ.....	82
5.1.1	Činitel denní osvětlenosti a rovnoměrnost denního osvětlení.....	82
5.1.2	Kritérium přístupu světla k průčelí objektu.....	83
5.1.3	Výběr posuzovaných místností a požadavky na denní osvětlení a rovnoměrnost denního osvětlení	83
5.1.4	Vyhodnocení výsledků	84
6.	ZÁVĚR.....	85
	Poděkování.....	86
	Seznam tabulek	87
	Seznam obrázků	88
	Literatura	89
	Elektronické zdroje	90
	Seznam příloh.....	91
	Seznam výkresů.....	92

Seznam použitého značení:

A	[m ²]	plocha obalových konstrukcí
A_q	[m ²]	poměrná plocha obalových konstrukcí
B'	[m]	charakteristický rozměr podlahy
b_j	[-]	teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci
BOZP		bezpečnost a ochrana zdraví při práci
B.p.V		Balt po vyrovnání
c	[J/kgK]	měrná tepelná kapacita
COP	[-]	topný faktor (coefficient of performance)
č.		číslo
ČOV		čistička odpadních vod
ČSN		Česká technická norma
ČUBP		Český úřad bezpečnosti práce
d	[m]	průměr potrubí či ekvivalentní průměr čtyřhranného potrubí
D	[%]	činitel denní osvětlenosti
D_e	[%]	vnější odražená složka činitele denní osvětlenosti
D_i	[%]	vnitřní odražená složka činitele denní osvětlenosti
D_s	[%]	oblohová složka činitele denní osvětlenosti
D_w	[%]	činitel denní osvětlenosti
DPH		daň z přidané hodnoty
D_{xt}	[mm]	vnější průměr potrubí x tloušťka stěny materiálu
E	[lx]	osvětlenost v kontrolním bodě interiéru
E_A	[kWh/m ² a]	měrná roční potřeba tepla na vytápění
E_h	[lx]	osvětlenost venkovní vodorovné nezacloněné roviny
ERU		Energetický regulační úřad
η	[%]	účinnost zpětného získávání tepla
f_q	[-]	jsou poměrné plochy každého výseku
f_r	[-]	redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla
G_{sc}	[W/m ² K]	sluneční konstanta
f_{Rsi}	[-]	teplotní faktor vnitřního povrchu
$f_{Rsi,cr}$	[-]	je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu
$f_{Rsi,N}$	[-]	požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu

φ_i	[%]	návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu
Φ_k	[W]	tepelný tok kondenzátoru tepelného čerpadla
h_{\max}	[m]	maximální dopravní výška teplonosné pracovní látky
H_T	[W/K]	měrná ztráta prostupem tepla
i_l		počet přítomných lidí
i_d		počet dětí
i_m		počet mužů
i_z		počet žen
k_g	[K/m]	geotermální teplotní gradient
ζ	[-]	součinitel místních odporů
l	[m]	délka úseku
L	[W/mK]	lineární tepelná propustnost
L^{2D}	[W/mK]	lineární tepelná propustnost hodnoceným detailem určená pomocí výpočtu dvourozměrného teplotního pole
λ	[-]	je součinitel tření
M_c	[kg/m ² ·a]	roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce
$M_{c,N}$	[kg/m ² ·a]	maximální požadované roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce
M_{ev}	[kg/m ² ·a]	roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce
m.n.m.		metrů nad mořem
n	[h ⁻¹]	násobnost výměny vzduchu
n_N	[h ⁻¹]	požadovaná násobnost výměny vzduchu
n_{50}	[h ⁻¹]	celková intenzita výměny vzduchu za tlakového rozdílu 50 Pa
$n_{50,N}$	[h ⁻¹]	požadovaná celková intenzita výměny vzduchu za tlakového rozdílu 50 Pa
NN		nízké napětí
NP		nadzemní podlaží
OTE		Operátor trhu s elektřinou
P	[m]	obvod podlahy
P_k	[W]	příkon tepelného čerpadla
PZ		průchozí zóna
p.č.		parcelní číslo
Δp_m	[Pa]	tlaková ztráta vzduchotechnického rozvodu vlivem působení místních odporů

Δp_t	[Pa]	tlaková ztráta vzduchotechnického rozvodu vlivem tření
Δp_z	[Pa]	celková tlaková ztráta vzduchotechnického rozvodu
ψ	[W/mK]	lineární činitel prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi
ψ_N	[W/mK]	požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi
ψ_{rec}	[W/mK]	doporučená hodnota lineárního činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi
ψ_{pas}	[W/mK]	doporučená hodnota lineárního činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi pro pasivní domy
Q_1	[W]	je tepelný zisk produkcí tepla lidí
Q	[W]	výkon či tepelná ztráta
Q_{ohr}	[W]	tepelný výkon nutný k celkovému ohřevu vzduchu, ve W
$Q_{ohr, vz}$	[W]	tepelný výkon nutný k ohřevu vzduchu na vnitřní teplotu z teploty vnější
$Q_{maxTČ}$	[W]	maximální výkon tepelného čerpadla
Q_v	[W]	požadovaný výkon na výparníku tepelného čerpadla
Q_{ztr}	[W]	tepelný výkon nutný na pokrytí ztrát místnosti
R	[-]	rovnoměrnost denního osvětlení
R	[Pa/m]	měrná tlaková ztráta vzduchotechnického rozvodu
R	[m ² K/W]	tepelný odpor konstrukce
$R_{s i}$	[m ² K/W]	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
R_{se}	[m ² K/W]	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce
R_T	[m ² K/W]	je odpor konstrukce při prostupu tepla
ρ	[kg/ m ³]	hustota
TNI		technická normalizační informace
t_b	[°C]	je teplota bivalence, v °C
TČ		tepelné čerpadlo
t_e	[°C]	vnější návrhová teplota vzduchu v místnosti
t_i	[°C]	návrhová teplota vnitřního vzduchu
t_p	[°C]	teplota přiváděného vzduchu
θ_{ai}	[°C]	návrhová teplota vnitřního vzduchu
$\theta_{ai,max}$	[°C]	nejvyšší vypočtená teplota vzduchu v letním období
$\theta_{ai,max,N}$	[°C]	maximální požadovaná denní teplota vzduchu v letním období
θ_e	[°C]	návrhová venkovní teplota

θ_{gr}	[°C]	návrhová teplota zeminy
θ_s	[°C]	průměrná teplota vzduchu v dané lokalitě
θ_{si}	[°C]	vnitřní povrchová teplota
θ_w	[°C]	teplota studniční vody
$\Delta\theta_{10}$	[°C]	vypočítaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy
$\Delta\theta_{10,N}$	[°C]	požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy
$\Delta\theta_v(t)$	[°C]	pokles výsledné teploty v zimním období za danou periodu
$\Delta\theta_{v,N}(t)$	[°C]	požadovaný pokles výsledné teploty v zimním období za danou periodu
U	[W/m ² K]	součinitel prostupu tepla
U_{em}	[W/m ² K]	průměrný součinitel prostupu tepla budovy
$U_{em,N}$	[W/m ² K]	požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla
$U_{N,20}$	[W/m ² K]	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla
$U_{rec,20}$	[W/m ² K]	doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla
$U_{pas,20}$	[W/m ² K]	doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní domy
ΔU	[W/m ² K]	korekce součinitele prostupu tepla pro vliv systematických tepelných mostů
$\Delta U_{em,R}$	[W/m ² K]	přirážka na vliv tepelných vazeb
V	[m ³]	obestavěný prostor
V_p	[m ³ /s]	objemový průtok přiváděného vzduchu
V_o	[m ³ /s]	objemový průtok odváděného vzduchu
VZTJ		vzduchotechnické rekuperační jednotky
Wp		watt peak - špičková hodnota výkonu fotovoltaických panelů
w	[m ³ /s]	střední rychlost vzduchu
z	[m]	hloubka zdroje podzemní vody, v m
ZOV		zóna odváděného vzduchu
ZPV		zóna přiváděného vzduchu
ZZT		zpětné získávání tepla

1. ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá vypracováním projektu pro provedení novostavby občanské vybavenosti s účelem jako školící a vzdělávací středisko v nízkoenergetickém standardu. Práce se ve své první části zaměřuje na stavebně technické řešení objektu. Dokumentace pro realizaci stavby zobrazuje kompletní řešení stavby, konstrukcí a materiálů dle platných norem ČSN [1]; [2]. Objekt je řešen jako dvoupodlažní dřevostavba s pultovou střechou obdélníkového půdorysu. První nadzemní podlaží je určeno především pro společenské využití. Je v něm vstupní hala, restaurace s kuchyní, učebna, kancelář, technická místnost, šatna, sociální zázemí a výtah. V druhém nadzemním podlaží je umístěna další učebna, úklidová místnost, kancelář, knihovna a dva byty určené pro přednášející, přičemž jeden je koncipován jako bezbariérový. Dům je dřevostavbou provedenou z dřevěného masivu tloušťky 70 mm profilovaných hranolů, jež jsou umístěny ve dvou na sobě nezávislých vrstvách a dutina mezi těmito nosnými vrstvami je vyplněna tepelnou izolací – foukanou celulózou. Stěny jsou tvořeny frézovanými profilovanými smrkovými hranoly, které jsou spojovány na pero a drážku a v rozích stěn výfrezy přeplátováním.

V další části se práce zaměřuje na stavební tepelnou techniku, přičemž se ověřuje, zda splní předepsaná kritéria daná normou ČSN 73 0540 [3].

V části věnované technice prostředí staveb je zpracován návrh vytápění, nuceného větrání budovy a ekonomické zhodnocení tohoto návrhu. Vytápění budovy je řešeno pomocí vzduchu, tak aby systém mohl maximálně efektivně a rychle reagovat na využití také solární energie, kterou budou poskytovat velké okna. Vzduch bude ohříván ve výměníku napojeném na tepelné čerpadlo systému voda-voda. Je navržen taktéž systém zpětného získávání tepla ze vzduchu a zemní filtr predehřívající vzduch.

Následuje část zabývající se posouzením denního osvětlení vybraných místností budovy dle ČSN 73 0580 [4].

2. STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NOVOSTAVBY

2.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1.1 Identifikační údaje

Údaje o stavbě

Název: Školící a vzdělávací středisko v nízkoenergetickém standardu
Místo stavby: Leskovec nad Moravicí
Katastrální území: Leskovec nad Moravicí 680010
Stavební pozemek: parcelní číslo 2184/3

Údaje o stavebníkovi

Stavebník: Yacht Club Slezská Harta o.s.
Leskovec nad Moravicí, č. p. 204, 793 68

Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Projektant: Ondřej Hetmánek, Široká Niva 33E; 792 01

2.1.2 Seznam vstupních podkladů

Není předmětem této práce.

2.1.3 Údaje o území

a) rozsah řešeného území

Stavební pozemek p. č. 2184/3 je nepravidelného tvaru o ploše 6372 m².

b) údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů

Pozemek není zahrnut v žádné ochranné zóně.

c) údaje o odtokových poměrech

Pozemek je mírně svažité k jižní straně, propustnost jílovité zeminy je snížena.

d) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací

Záměr je v souladu s územním plánem obce Leskovec nad Moravicí.

e) údaje o souladu s územním rozhodnutím – Není předmětem této práce.

f) údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

Obecné požadavky na využívání území dané vyhláškou č. 501/2006 Sb., budou splněny.

g) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů – Není předmětem této práce.

h) seznam výjimek a úlevových řešení – Není předmětem této práce.

i) seznam souvisejících a podmiňujících investic – Není předmětem této práce.

j) seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby

Pozemek stavby p. č. 2184/3, sousední pozemek p. č. 2184/2, pozemek místní příjezdové komunikace p. č. 2184/8 a pozemek p. č. 2160/6.

2.1.4 Údaje o stavbě

a) nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o novostavbu.

b) účel užívání stavby

Účelem stavby je poskytovat zázemí a prostory pro školící a vzdělávací aktivity.

c) trvalá nebo dočasná stavba

Jedná se o trvalou stavbu.

d) údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů

Stavba není chráněna dle jiných právních předpisů.

e) údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb

Jedná se o stavbu občanské vybavenosti, a podléhá tudíž povinnosti splňovat kritéria vyhlášky č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Stavba bude vybavena bezbariérovým přístupem o předepsaných parametrech: vstupní rampou, uvnitř umístěným výtahem do 2. NP o minimálních vnitřních rozměrech 1100 x 1400 mm a veškerou vyhláškou požadovanou výbavou. Jeho technické parametry viz příloha č. 1. Je také splněna vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

f) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů – Není předmětem této práce.

g) seznam výjimek a úlevových řešení – Není předmětem této práce.

h) navrhované kapacity stavby

Zastavěná plocha navrhované budovy: 390,6 m²

Zpevněná plocha parkovacího stání a chodníků: 488 m²

Novostavba bude obsahovat dvě bytové jednotky, dvě učebny, dvě kanceláře, sociální zázemí a restauraci s kuchyní.

Tabulka 2.1 Obestavěné prostory

OBESTAVĚNÉ PROSTORY	m ³
Obestavěný prostor základů	195,4
Obestavěný prostor 1. NP	1167,9
Obestavěný prostor 2. NP	1152,3
Obestavěný prostor 3. NP	751,0
Celkový obestavěný prostor	3262,6

Tabulka 2.2 Užité plochy

UŽITNÁ PLOCHA 1. NP	268,8 m ²
UŽITNÁ PLOCHA 2. NP	315,4 m ²
CELKOVÁ UŽITKOVÁ PLOCHA	584,1 m ²

i) základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.)

Základní bilance hmot:

šterk frakce 8 – 22 mm	- 388 m ³
polystyren XPS DEO 500 kPa tl. 120 mm	- 782 m ²
polystyren XPS DEO 500 kPa tl. 100 mm	- 40 m ²
železový beton C 25/30	- 98 m ³
polystyren EPS DEO 250 kPa tl. 50 mm	- 680 m ²
dřevěný profil 70x140	- 112 m ³
Klasifikační třída obálky budovy:	A – Velmi úsporná
Třída energetické náročnosti budovy:	A – Mimořádně úsporná

j) základní předpoklady výstavby

Stavba není členěna na etapy a podmíněna dalšími předpoklady.

k) orientační náklady stavby – 10 570 000,- Kč

2.1.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Stavba je členěna na následující stavební objekty:

SO 01 Novostavba objektu

SO 02 Vodovodní přípojka

SO 03 Přípojka elektřiny

SO 04 Kanalizační přípojka splašková

SO 05 Kanalizační přípojka dešťová

SO 06 Čistička odpadních vod

SO 07 Sací studna tepelného čerpadla

SO 07 Přívod a odvod vody tepelného čerpadla

2.2 SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

2.2.1 Popis území stavby

a) charakteristika stavebního pozemku

Stavební pozemek se nachází na katastrálním území obce Leskovec nad Moravicí, je přilehlý k místní obslužné komunikaci p. č. 2184/8, ze které je také přístupný. V současné době je nezastavěný. Pozemek je mírně svažité jižním směrem k nedaleké vodní ploše Slezská Harta a je nepravidelného tvaru o rozloze 6372 m². Na pozemku se nachází nemnoho náletových dřevin, které bude nutné v rámci stavby odstranit.

b) výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – Není předmětem této práce.

c) stávající ochranná a bezpečnostní pásma

Na pozemku se nenachází ochranná a bezpečnostní pásma.

d) poloha vzhledem k záplavovému území

Pozemek je mimo záplavové území.

e) vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Stavba nebude mít negativní vliv na okolní stavby a pozemky. Odtokové poměry v území se výrazně nezmění.

f) požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Při realizaci stavby je nutné odstranit menší množství náletových dřevin z pozemku.

g) požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa

Nebude proveden zábor zemědělského půdního fondu ani pozemek určený k plnění funkce lesa.

h) územně technické podmínky

Navrhovaný objekt je napojen na stávající dopravní a technickou infrastrukturu obce Leskovec nad Moravicí.

Kanalizace

Kanalizace je navržena oddílná. Splaškové vody budou odvedeny plastovou trubkou PVC DN 150 mm do čističky odpadních vod AKO ClarA 32 [24]. ČOV bude umístěna v jihozápadním rohu pozemku a bude přístupná z cesty. Dešťové vody jsou svedeny do společného odvodu vody od TČ do přehrady..

Zásobování vodou

Zásobení objektu vodou bude provedeno přípojkou na vodovodní řad umístěnou dle výkresu koordinační situace nedaleko navrhovaného objektu.

Zásobování elektrickou energií

Pro uvažovanou výstavbu je nutno zajistit elektrickou energii o napětí 230/400 V. Ze stávajícího elektrického vedení, bude veden silnoproudý kabel, který bude zasmyčkován přes pojistkovou skříň, která bude umístěna na hranici daného pozemku. Nad pojistkovou skříňí bude umístěn elektroměrný rozváděč, ze kterého bude veden kabel k domu, kde bude ukončen v podružném rozváděči.

Doprava

Dopravní napojení bude nově vybudovaným vjezdem na místní obslužnou komunikaci p. č. 2184/8. Na parkovišti areálu bude jedno vyhrazené stání pro vozidlo přepravující osoby těžce pohybově postižené a 13 obyčejných míst k stání.

i) věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Stavbu nepodmiňují žádné věcné a časové vazby ani vyvolané a související investice.

2.2.2 Celkový popis stavby

Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Účelem stavby je poskytovat zázemí a prostory pro školící a vzdělávací aktivity. Novostavba bude obsahovat dvě bytové jednotky, dvě učebny, dvě kanceláře, sociální zázemí a restauraci s kuchyní.

Tabulka 2.3 Kapacity místností

KAPACITY MÍSTNOSTÍ			
OZN.	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	PLOCHA m ²	KAPACITA
101	VSTUPNÍ HALA	69,69	25 osob
102	RECEPCE-ŠATNA	16,32	60 kabátů
103	CHODBA	9,1	
104	VÝTAH LC MINI DH320	2,33	4 osoby, nebo jedna osoba na vozíku
105	PROSTOR POD SCHODIŠTĚM	11,1	strojovna výtahu
106	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	74,22	25 osob
107	KANCELÁŘ	9,29	2 uživatelé
108	PÁNSKÉ WC PERSONÁL	3,71	1 WC mísa
109	DÁMSKÉ WC PERSONÁL	3,71	1 WC mísa
110	TECHNICKÁ MÍSTNOST + ÚKLID. KOMORA	8,93	
111	PÁNSKÉ WC	16,31	3 pisoáry, 1 WC mísa
112	PÁNSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ	4,39	1 místo
113	DÁMSKÉ WC	15,01	2 WC mísy
114	DÁMSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ	4,39	1 místo
115	RESTAURACE	58,96	15 míst
116	KUCHYNĚ	20,24	1 kuchař
117	SKLAD	4,17	
118	ZÁDVEŘÍ	2,75	
119	TERASA	95,22	15 míst
201	HALA	61,19	30 osob
202	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	85,04	31 osob
203	KANCELÁŘ	13,36	2 uživatelé
204	STUDOVNA	12,93	5 míst
205	VÝTAH LC MINI DH320	2,33	4 osoby, nebo jedna osoba na vozíku
206	PROSTOR SCHODIŠTĚ	10,41	dva protijdoucí chodci
207	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	6,5	
208	PŘEDSÍŇ	15,44	2 ubytování
209	BYT	45,94	2 ubytování
210	KOUPELNA	8,04	2 ubytování
211	WC	2,09	1 místo
212	KOMORA	2,02	
213	PŘEDSÍŇ	13,72	2 ubytování
214	BEZBARIÉROVÝ BYT	46,26	2 ubytování
215	BEZBARIÉROVÁ KOUPELNA	11,34	2 ubytování
216	KOMORA	2,16	
217	BALKÓN	73,84	20 uživatelů
	CELKOVÁ PLOCHA MÍSTNOSTÍ 1. NP	334,6	
	CELKOVÁ PLOCHA MÍSTNOSTÍ 2. NP	338,77	

Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení

Dům bude orientován podélnou stranou od východu na západ. Bude umístěn nedaleko okraje obce Leskovec nad Moravicí u vodní plochy nádrže Slezská Harta v mírně svažitém

terénu tvořeného polnostmi a lesy, na něž bude navazovat svým tvarovým řešením sedlové střechy s větší částí o nízkém sklonu spádu.

b) architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

Navrhovaný objekt je obdélníkového tvaru s umístěním ochozu – balkónu ze dvou stran. Objekt bude vyroben z tradičních materiálů – dřeva a betonu, dřevo bude ošetřeno lazurovací barvou hnědého odstínu. Dům je proveden jako dvoupodlažní s nevyužívanou půdou pod sedlovou střechou s rozdílnými spády dvou částí střech. V 1. NP bude pod balkónem umístěna terasa navazující na restauraci umístěnou uvnitř objektu. Kolem objektu bude proveden zásyp kačírkem, ostatní plochy jsou zbaveny náletové vegetace a zatravněny. Chodník vedoucí k objektu bude upraven betonovou zámkovou dlažbou. Celková architektonická kompozice viz obr. 2.1 a výkres 1.11 Vizualizace budovy.



Obr. 2.1 Vizualizace architektonické kompozice

Celkové provozní řešení, technologie výroby – Není předmětem této práce.

Bezbariérové užívání stavby

Vzhledem k tomu, že se jedná o stavbu občanské vybavenosti, podléhá povinnosti splňovat kritéria vyhlášky č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.

Stavba bude vybavena bezbariérovým přístupem o předepsaných parametrech: vstupní rampou, uvnitř umístěným výtahem do 2. NP o minimálních vnitřních rozměrech 1100 x 1400 mm. Navrhovaný výtah bude od firmy LIFT COMPONENTS značky LC MINI DH320 [5]. Technické výkresy výrobce pro zhotovení požadované výtahové šachty viz příloha č. 1. Dále bude objekt vybaven schodištěm o předepsaném sklonu do 28° a výšky stupně schodiště do 160 mm s požadovaným zábradlím dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. Výpočet schodiště viz příloha č. 2. Stavba bude taktéž vybavena všemi opatřeními zvláště výstražnými a signalizačními dle této vyhlášky pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Dále budou v učebnách a restauraci dvě vyhrazená místa pro osoby na vozíku a na parkovišti jedno vyhrazené stání pro vozidlo přepravující osoby těžce pohybově postižené. Parkoviště a chodníky budou tvořeny betonovou zámkovou dlažbou s předepsanou rovinností a bez obrubníků a výškových odskoků.

Bezpečnost při užívání stavby

Stavba je navržena dle platných norem, předpisů a obecně technických požadavků. Pro užívání stavby platí obecně bezpečnostní předpisy použitých technologií a instalovaných spotřebičů jednotlivých výrobců. Ochrana před úrazem elektrickým proudem je řešena automatickým odpojením od zdroje, ochranným pospojováním a proudovým chráničem v koupelnových instalacích.

Základní charakteristika objektů

a) stavební řešení

Na staveništi bude provedena skrývka ornice do hloubky cca 1 m pod úroveň okolního terénu. Přebytečná zemina bude použita k dalšímu využití pro terénní a zahradní úpravy nebo odvezena. Stavba bude umístěna na železobetonové základové desce uložené na extrudovaném polystyrenu XPS DEO 500 kPa. Pod základovou konstrukci bude proveden hutněný štěrkopískový podsyp frakce 8 – 16 mm tloušťky cca 770 mm. Beton C25/30 bude vyztužen armovací sítí 100/100/5 a bude pokryt hydroizolačním asfaltovým nátěrem a pásem typu S tl. 4 mm.

b) konstrukční a materiálové řešení

Svislé nosné konstrukce stěn domu jsou provedeny z dřevěných profilovaných trámů 70/140 podélně spojovaných na pero a drážku a v rozích roubených ve výfrezech. Vertikálně

je stěna tvořená dřevěnými profily zpevněnými dřevěnými kolíky těsně zaraženými do děr průměru 25 mm., spojující vždy tři profily Z vnitřní strany obvodových stěn je umístěna parozábrana a rošty 50/50, mezi něž bude umístěna tepelná izolace tl. 50 mm z minerální vlny, následně bude z vnitřní strany stěna obložena ohnivzdorným sádrokartonem tl. 12,5 mm nebo v případě vlhčích místností – koupelen, WC a kuchyní ohnivzdorným a vodovzdorným sádrokartonem tl. 12,5 mm, na nějž bude umístěn keramický obklad tl. cca 7,5 mm. Vnitřní stěny budou tvořeny buď pouze dvěma vrstvami dřevěných profilů s izolační dutinou, ve které bude umístěna akustická izolace, nebo v případě umístění keramických obkladů dřevěnými profily, dřevěnými rošty a sádrokartonovými deskami.

Podlaha 1. NP bude tvořena izolační vrstvou z polystyrenu, roznášecí vrstvou z cemento-vláknitých desek a nášlapnou vrstvou tvořenou keramickou dlažbou či dřevěnými parketami. Podlaha 2. NP bude složená z nášlapné vrstvy, roznášecí vrstvy, vyrovnávacího podsypu, akusticko-izolačních desek a sádrokartonových desek. Konstrukce stropu bude nesena dřevěnými stropnicemi. Strop 2. NP bude nesen dřevěnými stropnicemi se sádrokartonovým podhledem, tepelnou izolací z minerální vlny, celulózy a dřevěným záklopem. Stropnice budou na délku napojeny ocelovým plátem a svorníky.

Zastřešení je navrženo jako sedlová střecha se sklonem jedné části 10° a s částí pro umístění fotovoltaických panelů o sklonu 40° provedená pomocí dřevěné krovové soustavy krokví a podporována systémem stěn dřevostavby. Krokve budou na délku napojeny ocelovým plátem a svorníky. Střecha se bude skládat z plechové krytiny, prken, kontralatí, difúzní fólie a dřevěného záklopu střechy.

Okna a vchodové dveře budou v dřevěném provedení značky Vekra Natura 78 [25], profil Euro s izolačním trojsklem, $U_w = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$, resp. u dveří $U_d = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vnitřní dveře budou z dřevěných profilů, zámek dózický. Zárubně budou obložkové z masivu. Okna orientovaná k západu, jihu a východu budou opatřena venkovními žaluziemi Z-70 Climax [26] ovladatelnými zevnitř.

c) mechanická odolnost a stabilita

Konstrukce stěn bude dřevěnými profily vzájemně ve dvou nosných vrstvách provázána, což zajistí výraznou prostorovou tuhost objektu. Stropy a střecha objektu budou nesený stropnicemi, resp. krokviemi, které budou uloženy a nesený stěnami objektu. Ověřování mechanické odolnosti a stability není předmětem této práce.

Základní charakteristika technických a technologických zařízení

a) technické řešení

Stavba bude vybavena výtahem o požadovaných minimálních vnitřních rozměrech šířky 1100 mm a hloubky 1400 mm. Navrhovaný výtah bude od firmy LIFT COMPONENTS značky LC mini DH320 [5]. Funkcí výtahu je umožnit požadovaný bezbariérový přístup do 2. NP budovy, dle vyhlášky 398/2009 Sb. Kapacita výtahu je 4 osoby nebo jedna osoba na vozíku. Jeho podrobné technické parametry a stavební připravenost viz příloha č. 1. Popis dalších technických a technologických zařízení této stavby viz další části a přílohy této práce.

b) výčet technických a technologických zařízení

Popis a výčet jednotlivých technických a technologických zařízení této stavby viz další části a přílohy této práce.

Požárně bezpečnostní řešení – Není předmětem této práce.

Zásady hospodaření s energiemi

Podrobné zpracování této problematiky viz část č. 3 diplomové práce.

a) kritéria tepelně technického hodnocení

Jsou stanovena normou ČSN 73 0540. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky [3]. Tyto normové požadavky jsou splněny.

b) energetická náročnost stavby

Nároky na energetickou náročnost stanovuje vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Tato vyhláška je splněna. Průkaz energetické náročnosti budovy viz příloha č. 10.

c) posouzení využití alternativních zdrojů energií

K vytápění bude využito tepelné čerpadlo voda-voda. V rámci ekonomického zhodnocení v kapitole 4.4 této práce budou porovnány různé alternativy vytápění.

Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

Podrobné zpracování této problematiky viz části 4 a 5 diplomové práce. Parametry větrání, vytápění a osvětlení budou splňovat příslušné normy. S odpady bude nakládáno podle zákona č. 185/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Produkci odpadů je nutno minimalizovat při provozu a maximálně recyklovat a separovat jednotlivé druhy odpadů. Odvoz a likvidace separovaného odpadu je řešen prostřednictvím firmy poskytující tuto službu v obci. Provoz a stavba nízkoenergetického objektu nebude negativně ovlivňovat hygienu, zdraví a životní prostředí a nebude negativně ovlivňovat okolí hlukem, prašností či vibracemi.

Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

a) ochrana před pronikáním radonu z podloží

Pozemek se nachází v oblasti se středním radonovým rizikem z geologického podloží. Aplikovaná hydroizolace – asfaltový pás typu S působí také jako protiradonová ochrana.

b) ochrana před bludnými proudy - není předmětem této práce.

c) ochrana před technickou seizmicitou

Na pozemku se nenachází zdroje technické seizmicity.

d) ochrana před hlukem

Ochrana vzduchové a kročejové neprůzvučnosti je navržena, její ověřování není však předmětem této práce. Jedná se o umístění akustické izolace Isover AKU 40 do vnitřních stěn, přičemž je umístěna tak, aby vznikla i 20 mm vzduchová mezera. Ve skladbě stropu je jako izolace proti kročejové průzvučnosti použita 40 mm tlustá akusticko-izolační deska Ursa.

e) protipovodňová opatření

Pozemek je mimo povodňové pásmo, protipovodňová opatření není nutno navrhovat.

2.2.3 Připojení na technickou infrastrukturu

a) napojovací místa technické infrastruktury

Technická infrastruktura je připojena dle vyobrazení na situačním výkresu na stávající technickou infrastrukturu na hranicích pozemku.

b) připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky

Kanalizace

Kanalizace je navržena oddílná. Splaškové vody budou odvedeny plastovou trubkou PVC DN 150 mm do čističky odpadních vod AKO ClarA 32 [24]. ČOV bude umístěna v jihovýchodním rohu pozemku a bude přístupná z cesty. Dešťové vody jsou svedeny do společného odvodu vody od TČ do vodní nádrže. Celková délka potrubí je cca 67 m.

Zásobování vodou

Zásobení objektu vodou bude provedeno přípojkou HDPE 100-32 x 2,6; l = 50 m na vodovodní řad umístěné dle výkresu koordinační situace nedaleko navrhovaného objektu.

Zásobování elektrickou energií

Pro uvažovanou výstavbu je nutno zajistit el. energii o napětí 230/400 V. Ze stávajícího elektrického vedení bude veden silnoproudý kabel, který bude zasmyčkován přes pojistkovou skříň, která bude umístěna na hranici daného pozemku. Nad pojistkovou skříňí bude umístěn elektroměrný rozváděč, ze kterého bude veden kabel k domu, kde bude ukončen v podružném rozváděči.

Elektronické komunikace

Objekt bude napojen na elektronické komunikace telefonní a internetové sítě.

2.2.4 Dopravní řešení

a) popis dopravního řešení

Doprava bude řešena místní obslužnou komunikací p. č. 2184/8.

b) napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Dopravní napojení bude nově vybudovaným vjezdem na místní obslužnou komunikaci p. č. 2184/8.

c) doprava v klidu

Parkovací plocha bude tvořena betonovou zámkovou dlažbou a bude přímo navazovat na stávající komunikaci. Na parkovišti bude jedno vyhrazené stání pro vozidlo přepravující osoby těžce pohybově postižené a 13 obyčejných míst k stání.

d) pěší a cyklistické stezky

Místní obslužná komunikace slouží i jako cyklistická stezka.

2.2.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

a) terénní úpravy

Mírně svažitý pozemek bude v základové ploše srovnán, výkopek svrchní ornice bude použit k zahradním úpravám na pozemku, zbytek bude odvezen na deponii zeminy.

b) použité vegetační prvky

V rámci výstavby budou odstraněny náletové dřeviny. Pozemek bude později vhodně osazen okrasnými dřevinami.

c) biotechnická opatření - Nebudou prováděna.

2.2.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

a) vliv stavby na životní prostředí

Stavba při dodržení projektu nebude vykazovat žádné negativní vlivy na životní prostředí. Během výstavby bude v okolí stavby zvýšena hladina hluku, jelikož se jedná o stavbu v odstupu od okraje obce, tento hluk nebude rušivý. Bude dodržen noční klid. Stavební suť, stavební materiály a jiné odpady ze stavby budou odvezeny na řízenou skládku dle příslušných předpisů. O zajištění odvozu se postará dodavatelská firma. Výkopek svrchní ornice bude použit k zahradním úpravám, zbytek odvezen na deponii zeminy.

Domovní odpad bude shromažďován v popelnici na směsný odpad a v nádobách na tříděný odpad a bude v určené dny odvážen smluvně dojednaným svozem.

b) vliv stavby na přírodu a krajinu

Stavba nebude mít výrazný vliv na přírodu a krajinu, ochrana rostlin a živočichů nebude ovlivněna, vazby v krajině nebudou narušeny.

c) vliv stavby na soustavu chráněných území Natura 2000

Stavba nebude zasahovat soustavu chráněných území Natura 2000.

d) návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA

Není požadováno zjišťovací řízení EIA.

e) navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů – Nejsou navrhována.

2.2.7 Ochrana obyvatelstva

Navrhovaná stavba nevyžaduje řešení z hlediska ochrany obyvatelstva.

2.2.8 Zásady organizace výstavby

a) potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění

šterk frakce 8 – 22 mm	- 388 m ³
kačírek frakce 16 – 22 mm	- 50 m ³
polystyren XPS DEO 500 kPa tl. 120 mm	- 782 m ²
polystyren XPS DEO 500 kPa tl. 100 mm	- 40 m ²
železový beton C 25/30	- 98 m ³
železový beton C 40/45	- 6,6 m ³
polystyren EPS DEO 250 kPa tl. 50 mm	- 680 m ²
dřevěný profil 70 x 140	- 112 m ³

Hmoty budou zajištěny dodavatelsky.

b) odvodnění staveniště

V případě potřeby bude stavební jáma základové konstrukce odvodněna čerpadly.

c) napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu

Staveniště bude napojeno na stávající dopravní a technickou infrastrukturu obce Leskovec nad Moravicí.

Zásobování elektrickou energií

Pro uvažovanou výstavbu je nutno zajistit el. energii o napětí 230/400 V. Ze stávajícího elektrického vedení, bude veden silnoproudý kabel, který bude zasmyčkován přes pojistkovou skříň, která bude umístěna na hranici daného pozemku.

Zásobování vodou

Pro potřeby stavby bude použita mobilní cisterna na vodu.

d) vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky

V bezprostředním okolí se nenachází stavby, okolní pozemky nebudou zasaženy vlivem stavby.

e) ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin

Okolí staveniště bude zbaveno náletových dřevin a mírně svažité terén vyrovnán.

f) maximální zábory pro staveniště

Pro staveniště bude na pozemku umístěna obytná buňka a mobilní kontejnerové skladiště rozměrech 2 x 4 m. Tento zábor bude dočasný a po skončení stavby tyto objekty budou odstraněny.

g) maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace

Při stavbě budou produkovány obalové odpady z použitých tepelně izolačních materiálů a parozábran, ty budou shromažďovány a řádně odstraněny odvezením na sběrný dvůr k tomuto určený. Emise při stavbě nebudou produkovány.

h) bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemín

Objekt bude založen na základové betonové desce ležící na štěrkovém zásypu stavební jámy do protizámrzné hloubky 1 m. Bude nutno odstranit tento objem zeminy ze základové plochy domu. Svrchní část výkopku bude použita pro zahradní úpravy na pozemku, zbytek bude umístěn na deponii zeminy.

Celkový objem výkopku: 528 m³

Objem použité svrchní ornice: 158 m³

Objem zeminy umístěné na deponii: 370 m³

i) ochrana životního prostředí při výstavbě

Životní prostředí nebude výstavbou ohroženo.

j) zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi

Dodavatel stavby je povinen po celou dobu výstavby dodržovat veškeré bezpečnostní předpisy, zvláště vyhlášku ČUBP č. 324/1990 Sb., o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích. Ochrana zdraví a bezpečnost bude řešena v souladu se Zákoníkem práce a dalšími bezpečnostními předpisy. Pracovníci musí být seznámeni s bezpečností práce, proškoleni v práci se stroji a zařízeními a vybaveni ochrannými pomůckami.

k) úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb

Výstavbou nebudou dotčeny další stavby.

l) zásady pro dopravně inženýrské opatření

Tato opatření nejsou navrhována, v místě stavby je velmi nízký provoz silničních vozidel.

m) stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby – Nejsou navrhovány.

n) postup výstavby, rozhodující dílčí termíny

Postup výstavby:

1. vyměření a vytyčení stavby,
2. odstranění keřů,
3. provedení skrývky půdy, výkopů. Následná realizace základů objektu a uložení inženýrských přípojek.
4. výroba dřevostavby – frézování,
5. realizace základové desky domu,
6. stavba hrubé stavby dřevostavby,
8. záklop střechy a stropů,
9. pokrytí střechy a klempířské konstrukce,
10. osazení oken a dveří,
11. umístění vnitřní izolace obvodových stěn, technické instalace, obklady,
12. realizace podlah,
13. osazení schodiště,
14. vnitřní i vnější nátěry.

2.3 STAVEBNÍ ČÁST

2.3.1 Technická zpráva

a) účel objektu

Objekt dvoupodlažního školícího a vzdělávacího střediska bude sloužit pro pravidelné pořádání přednášek, veřejných prezentací a společenských setkání. Bude v něm umístěna taktéž restaurace a dva byty pro případné ubytování přednášejících.

b) zásady architektonického, funkčního, dispozičního a výtvarného řešení a řešení vegetačních úprav okolí objektu, včetně řešení přístupu a užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu a orientace

Dům je obdélníkového tvaru s umístěním ochozu – balkónu ze dvou stran. Objekt bude vyroben z tradičních materiálů – dřeva a betonu. Dům bude orientován podélnou stranou od východu na západ. Je proveden jako dvoupodlažní s nevyužívanou půdou. Střecha objektu je sedlová o sklonu jedné části 10° a druhé předsunuté části, jež bude využita k umístění fotovoltaických panelů, 40°. V 1. NP bude pod balkónem umístěna terasa navazující na restauraci umístěnou uvnitř objektu. Objekt bude prosvětlen velkými okenními otvory. Kolem objektu bude proveden šterkový zásyp, ostatní plochy jsou zbaveny náletové vegetace a zatravněny. Chodník vedoucí k objektu bude upraven betonovou zámkovou dlažbou. Dům bude umístěn nedaleko obce Leskovec nad Moravicí u vodní plochy nádrže Slezská Harta v mírně svažitém terénu tvořeného polnostmi a lesy. Celková architektonická kompozice viz výkres 1.11 Vizualizace budovy.

Jedná se o stavbu občanské vybavenosti, a proto podléhá povinnosti splňovat kritéria vyhlášky č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Stavba bude vybavena bezbariérovým přístupem o předepsaných parametrech: vstupní rampou, uvnitř umístěným výtahem do 2. NP o minimálních vnitřních rozměrech 1100 x 1400 mm a schodištěm o předepsaném sklonu do 28° a výšky stupně schodiště do 160 mm. Stavba bude vybavena všemi opatřeními zvláště výstražnými a signalizačními dle této vyhlášky pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Dále budou v učebnách a restauraci dvě vyhrazená místa pro osoby na vozíku a na parkovišti vyhrazené jedno stání pro vozidlo přepravující osoby těžce pohybově postižené.

c) orientace, osvětlení a oslunění objektu

Budova je orientována podélnou stranou od východu na západ. Prostory budovy jsou přirozeně osvětleny a osluněny okny především z východní, jižní a západní strany budovy. Okna, kromě severní strany, budou opatřena venkovními žaluziemi Z-70 Climax ovladatelnými manuálně zevnitř. Ověření osvětlení je samostatnou částí této práce.

d) technické a konstrukční řešení objektu

Zemní práce

Na staveništi bude provedena částečná skrývka ornice, jež je svou kvalitou vhodná k dalšímu využití pro terénní a zahradní úpravy, nebo bude odvezena na deponii zeminy. Výkop základové jámy bude proveden strojně. ± 0,000 m. n. m. objektu je stanoveno

na úrovni plochy podlahy 1. NP. Jáma bude vyhloubena do hloubky cca -1 m vůči okolnímu terénu, což je -1,4 m vůči nulové hodnotě povrchu podlahy. Na dně základové jámy vysypané štěrkem budou po obvodu stavby umístěny drenážní trubky DN 100, jež budou napojeny na dešťovou kanalizaci. Během výkopů budou učiněna taková opatření, aby nedošlo k podmáčení základové jámy.

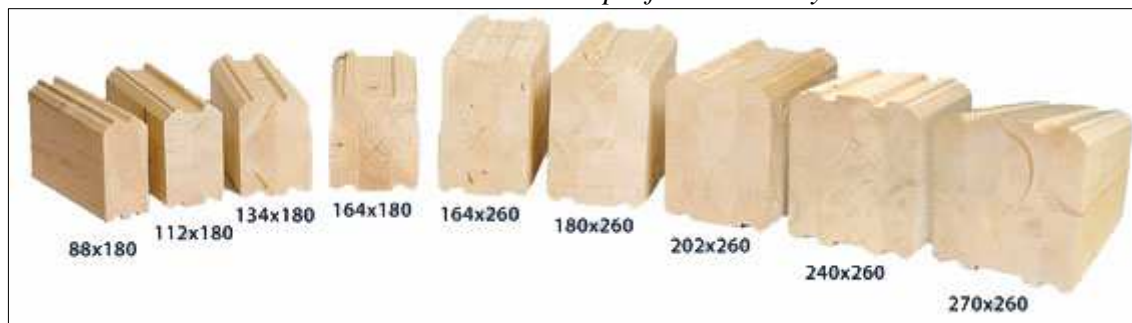
Základy

Stavba bude umístěna na železobetonové základové desce tl. 250 mm uložené na extrudovaném polystyrenu XPS DEO 500 kPa tl. 240 mm. Pod základovou konstrukci bude proveden zhutněný štěrkopískový podsyp frakce 8 – 16 mm tloušťky cca 770 mm, vůči terénu do nezámrzné hloubky -1 m. Beton C25/30 bude vyztužen armovací sítí 100/100/5 a bude pokryt hydroizolačním asfaltovým nátěrem a pásem typu S tl. 4 mm.

Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce stěn domu jsou provedeny z dřevěných profilovaných trámů 70/140 podélně spojovaných na pero a drážku a v rozích skloubených zámkovým přeplátováním. Vertikálně je stěna tvořená dřevěnými profily zpevněná dřevěnými kolíky těsně zaraženými do děr průměru 25 mm, spojující vždy tři profily. Tato tzv. „srubovina“ je vyrobena z finského smrku a jedná se o lamelový profil, tvořený dvěma hranoly slepenými v průřezu letokruhy zrcadlově obráceně z důvodu zabránění kroucení profilu, hmotnostní vlhkost je 12 %. Tyto hranoly vyrábí např. finská firma Finnlamelli [27] (příklad sortimentu profilů viz obr. 1). Obvodová stěna bude tvořena dvěma vrstvami těchto dřevěných stěn, jež budou ohraničovat izolační vrstvu o tl. 250 mm. Izolaci stěny bude tvořit do této dutiny foukaná celulóza – výrobek Climatizer Plus [28]. Z vnitřní strany obvodových stěn jsou na „srubovině“ kolmo hřeby přibity dřevěné rošty 50/50, mezi něž bude umístěna tepelná izolace tl. 50 mm z minerální vlny, následně bude z vnitřní strany stěna obložena ohnivzdorným sádrokartonem tl. 12,5 mm nebo v případě vlhčích místností – koupelen, WC a kuchyní ohnivzdorným a vodovzdorným sádrokartonem tl. 12,5 mm, na nějž bude umístěn keramický obklad na maltu o společné tloušťce cca 7,5 mm. Pod roštem bude umístěna parotěsná fólie Dörken Delta – Reflex. V místech umístění roštů a v místech styku jednotlivých pásů budou spoje parozábrany přelepeny bitumenovou páskou, která zajistí neprůvzdušnost konstrukce. Vedení instalací v obvodové stěně bude umístěno v první izolační dutině. Vnitřní stěny budou tvořeny buď pouze dvěma vrstvami dřeva s izolační dutinou, ve které bude umístěna akustická izolace, nebo v případě umístění keramických obkladů dřevěnými profily, dřevěnými rošty a sádrokartonovými deskami.

Obr. 2.2 Sortiment profilů sruboviny



Vodorovné konstrukce

Podlaha 1. NP bude tvořena izolační vrstvou z polystyrenu, roznášecí vrstvou z cemento-vláknitých desek a nášlapnou vrstvou tvořenou keramickou dlažbou či dřevěnými parketami. Podlaha 2. NP bude složená z nášlapné vrstvy, roznášecí vrstvy, vyrovnávacího podsypu, akusticko-izolačních desek a sádrokartonových desek. Konstrukce stropu bude nesená dřevěnými stropnicemi. Strop 2. NP bude nesen dřevěnými stropnicemi se sádrokartonovým podhledem, tepelnou izolací z minerální vlny, celulózy a dřevěným záklopem. Stropnice budou na délku napojeny ocelovým plátem tl. 5mm a svorníky M16. Sloupy a trámy nesoucí balkon budou spojeny pomocí ocelových svorníků M20.

Skladba podlahy a podkladu 1. NP:

- keramická dlažba + maltové lože tl. 15 mm,
- deska Fermacell – Powerpanel SE tl. 20 mm,
- samonivelační stěrka Fermacell 5 mm,
- polystyren EPS DEO 250 kPa tl. 2 x 50 mm,
- hydroizolace – asfaltový pás typu S tl. 4 mm,
- železový beton C 25/30 tl. 250 mm,
- polystyren XPS DEO 500 kPa tl. 2 x 120 mm,
- štěrk frakce 8 – 16 mm tl. 770 mm.

Skladba podlahy 2. NP:

- dřevěné parkety tl. 14 mm podklad Mirelon tl. 1 mm, nebo keramická dlažba na maltovém loži,
- deska Fermacell – Powerpanel SE tl. 20 mm,
- vyrovnávací izolační podsyp Fermacell tl. 60 mm,
- akusticko-izolační deska Ursa TEP tl. 40 mm,
- sádrovláknitá deska Rigidur tl. 15 mm + tmel Rigidur,
- stropnice KVH Duobalken 120/200.

Skladba stropu 2. NP:

- nepohledový dřevěný záklop tl. 20 mm,
- tepelná izolace – celulóza Climatizer Plus tl. 300,mm + dřevěný rošt 60/120 umístěný na stropnicích 80/180 KVH,
- parozábrana – reflexní fólie Dörken Delta Reflex + bitumenová páska v místech stropnic a překrytí parozábrany,
- Isover Domo 50 + dřevěný rošt 50/50,
- sádkarton Rigips impregnovaný protipožární RFI(DFH2) tl. 12,5 mm + tmel Promix Mega tl. cca 1,5 mm.

Konstrukce zastřešení

Konstrukce zastřešení budovy je navržena jako sedlová střecha se sklonem 10° a s částí pro umístění solárních kolektorů o sklonu 40° nesená pomocí dřevěné krovové soustavy krokví KVH Duobalken 120/200 mm. Tyto krokve jsou zkoseny ve směru sklonu střechy a uloženy ve stěnách stavby. Krokve budou na délku napojeny ocelovým plátem tl. 5mm a svorníky M16. Sloupy a trámy nesoucí balkón budou spojeny pomocí ocelových svorníků M20. Konstrukce je podporována systémem stěn dřevostavby.

Skladba střechy:

- střešní krytina – plechový systém Ruuki Classic [29],
- prkna 30/100 (rozmístění osově 250 mm od sebe),
- kontralatě 60/60 umístěné v pravém úhlu k hřebenu střechy - zajišťující provětrání střechy,
- difúzní pás Dörken Delta Vent N,
- nepohledový záklop tl. 20 mm – nad půdou, nebo pohledový záklop tl. 20/135 mm – přesahy střechy. Na hřebeni střechy je umístěn provětrávací díl systému Ruuki Clasic. Klempířské prvky a svody dešťové vody budou použity taktéž tohoto systému.

Schodiště

Meziposchod'ová komunikace v objektu je řešena přímočarým dvouramenným dřevěným schodištěm. Schodiště se bude skládat ze 20 schodišťových stupňů, bude sklonu 26,6° a stupně budou velikosti $h = 150$ mm, $b = 300$ mm. V jednom rameni bude 10 schodů. Výpočet schodiště viz příloha č. 2. Prostor pod schodištěm bude uzavřený, přístupný dveřmi z haly a bude sloužit k umístění technického zázemí výtahu.

Výplně otvorů

Okna a vchodové dveře budou v dřevěném provedení značky Vekra Natura 78, profil Euro s izolačním trojsklem, $U_w = 0,81$ W/m²K, resp. u dveří $U_d = 1$ W/m²K [25]. Okna orientovaná k západu, jihu a východu budou opatřena venkovními žaluziemi Z-70 Climax

ovladatelnými zevnitř. Okna a dveře budou v konstrukci obvodových stěn uloženy v tepelně izolačním rámu, na který bude navazovat z vnitřní strany parozábrana připevněná bitumenovou páskou. Hlavní vstupní dveře budou prosklené, vedlejší vstupní dveře do skladu budou z dřevěného europrofilu. Vnitřní dveře budou z dřevěných profilů, zámek dózický. Zárubně budou obložkové z masivu. Přehled výplní otvorů a jejich vlastností viz příloha č. 3.

Povrchové úpravy vnitřní

Vnitřní povrch sádkartonu bude natřen na bílo barvou Primalex. Stěny WC a kuchyně budou opatřeny keramickým obkladem.

Povrchové úpravy vnější

Vnější dřevěný povrch bude natřen lazurovací barvou kaštanového odstínu Remmers Aidol HK Lasur.

Vnější plochy

Stání pro osobní automobily je navrženo před jižní stěnou domu ze strany příjezdové komunikace, je tvořeno zámkovou betonovou dlažbou, stejně tak přístupová pěšina domu.

Zařizovací předměty

Umyvadla jsou v provedení pro montáž stojánkových baterií pákových. Stojánkové baterie budou napojeny přes rohové ventily osazené pod jednotlivými zařizovacími předměty.

Klempířské konstrukce

Střecha bude osazena pozinkovanými žlaby o rozvinuté šířce 200 mm z plechu tl. 0,7 mm, jež jsou součástí komplexní dodávky systému Ruuki Classic [29] a svody dešťové vody budou taktéž pozinkované DN 100.

Zámečnické konstrukce

Jedná se konstrukce zábradlí, jež budou tvořeny ocelovým rámem a polem z tvrzeného vysoko pevnostního skla tl. 15 mm opatřeného bezpečnostní fólií zabraňující v případě rozbití rozpadu na střepy.

e) tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů

Objekt je navržen dle současné normy ČSN 730540 – Tepelná ochrana budov (2011) a dalších souvisejících norem a vyhlášek, konstrukce splňují požadované vlastnosti na součinitel prostupu tepla, množství zkondenzované páry v konstrukci i pokles dotykové teploty konstrukce. Jednotlivé vlastnosti konstrukcí viz část 3 věnovaná tepelné technice. Okna budou mít hodnoty $U_w = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$. Hlavní i vedlejší vstupní dveře $U=1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

f) vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí

Užívání objektu v nízkoenergetickém standardu ani jeho samotná výstavba nebude mít žádný negativní vliv na životní prostředí. S odpady vzniklými na stavbě bude náležitě nakládáno specializovanou firmou dle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů.

h) dopravní řešení

Dopravní napojení bude nově vybudovaným vjezdem na místní obslužnou komunikaci p. č. 2184/8. Parkovací plocha bude tvořena betonovou zámkovou dlažbou a bude přímo navazovat na stávající komunikaci. Na parkovišti areálu bude jedno vyhrazené stání pro vozidlo přepravující osoby těžce pohybově postižené a 13 obyčejných míst k stání.

i) ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí

Objekt bude chráněn nátěry. Vnější dřevěný povrch dřevěných profilů bude natřen lazurovací barvou kaštanového odstínu Remmers Aidol HK Lasur. Vnitřní dřevěný povrch frézovaných bloků i obkladových prken bude vybroušen a natřen čirou lazurovací barvou Remmers HWS-112-Hartwachs-Siegel. Pozemek se nachází v oblasti se středním radonovým rizikem z geologického podloží. Aplikovaná hydroizolace – asfaltový pás typu S působí také jako protiradonová ochrana.

2.3.2 Výkresová část

Viz přílohy.

3. STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA

3.1 STANOVENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH POŽADAVKŮ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE A BUDOVU

3.1.1 Úvod

V této kapitole je řešena stavební tepelná technika projektu. Je dodržena norma ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov část 1 – 4. Jsou posuzovány všechny konstrukce budovy na systémové hranici budovy na tyto požadavky: nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce pomocí teplotního faktoru vnitřního povrchu, součinitel prostupu tepla, průměrný součinitel prostupu tepla, lineární činitel prostupu tepla. Dále bude řešen pokles dotykové teploty podlah, kondenzace vodní páry v konstrukcích stěn, podlah a stropu 2. NP a roční bilance kondenzace a vypařování páry uvnitř konstrukce. Řešena je také tepelná stabilita vybrané kritické místnosti v budově v zimním i letním období. Je zpracován energetický štítek obálky budovy a průkaz energetické náročnosti budovy.

3.1.2 Nejnížší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Zde jsou řešeny vybrané detaily konstrukcí pomocí softwaru Area 2010.

„Stavební konstrukce a styky stavebních konstrukcí s konstrukcemi v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} , bezrozměrný, splňoval podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} \quad (1)$$

kde

$f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, stanovená ze vztahu: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$ kde $f_{Rsi,cr}$ je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu“ [3]

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = 1 - \frac{\theta_{ai} - \theta_{si}}{\theta_{ai} - \theta_e} \quad (2)$$

kde θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu [°C]

θ_e je návrhová venkovní teplota [°C]

θ_{si} je vnitřní povrchová teplota [°C]

Tabulka 3.1 Vyhodnocení f_{Rsi} :

č.	Název detailu	f_{Rsi}	$f_{Rsi,cr}$	hodnocení
1.	tepelný most-stěna	0,953	0,840	vyhovuje
2.	roh-stěna-stěna	0,916	0,840	vyhovuje
3.	stěna-vnitřní stěna	0,936	0,840	vyhovuje
4.	stěna-strop 2.NP	0,916	0,821	vyhovuje
5.	stěna-podlaha	0,927	0,772	vyhovuje

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ je vypočítán dle ČSN 73 0540 [3]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})} \quad (3)$$

Tabulka 3.2 Výpočet $\varphi_{si,cr}$:

detaily 1,2,3		
θ_{ai}	20	°C
θ_{ex}	-17	°C
Φ_i	50	%
$\Delta\Phi_i$	5	%
$\varphi_{i,r}$	55	%
$\varphi_{si,cr}$	80	%
$f_{Rsi,cr}$	0,8400	

detail 4		
θ_{ai}	20	°C
θ_{ex}	-13	°C
Φ_i	50	%
$\Delta\Phi_i$	5	%
$\varphi_{i,r}$	55	%
$\varphi_{si,cr}$	80	%
$f_{Rsi,cr}$	0,8206	

detail 5		
θ_{ai}	20	°C
θ_{ex}	-6	°C
Φ_i	50	%
$\Delta\Phi_i$	5	%
$\varphi_{i,r}$	55	%
$\varphi_{si,cr}$	80	%
$f_{Rsi,cr}$	0,7724	

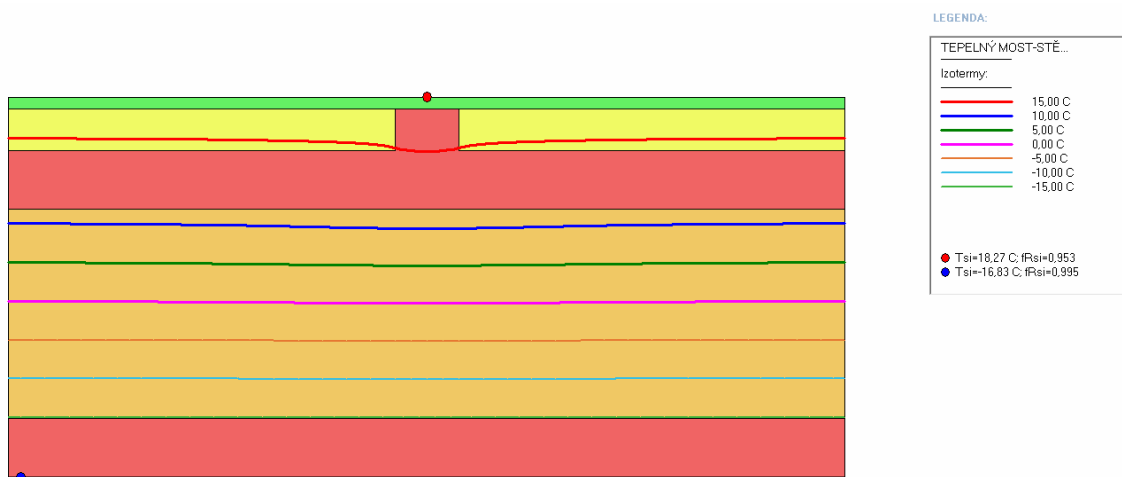
Pozn.:

detail 4 – protože v tomto případě jsou zadány parametry tří prostředí, θ_{ex} je určena jako aritmetický průměr návrhové teploty vnějšího prostředí $\theta_{ex} = -17$ °C a návrhové teploty nevytápěné půdy pod neizolovanou střechou $\theta = -9$ °C

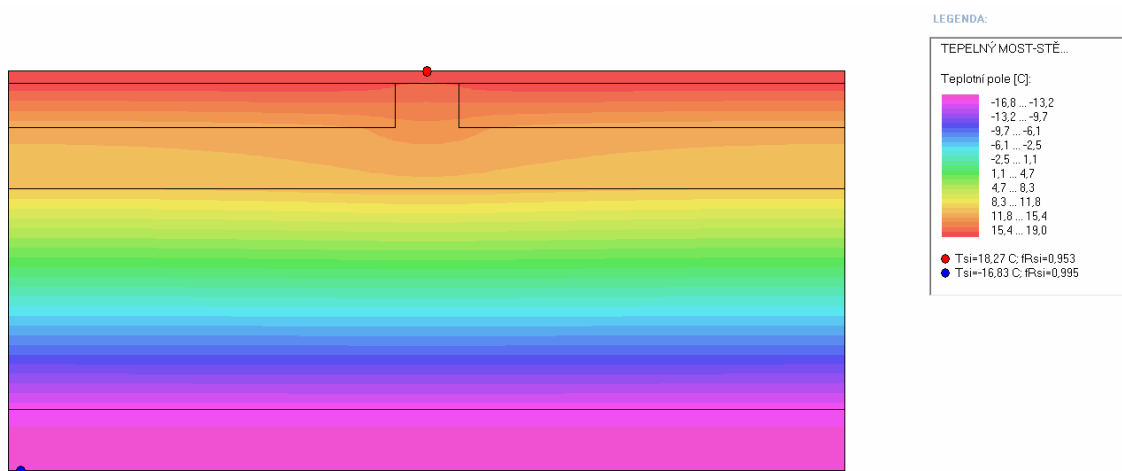
detail 5 – protože v tomto případě jsou zadány parametry tří prostředí, θ_{ex} je určena jako aritmetický průměr návrhové teploty vnějšího prostředí $\theta_{ex} = -17$ °C a návrhové teploty zeminy $\theta_{gr} = 5$ °C

Podrobné výsledky – výstupy z programu Area 2010 viz příloha č. 4.

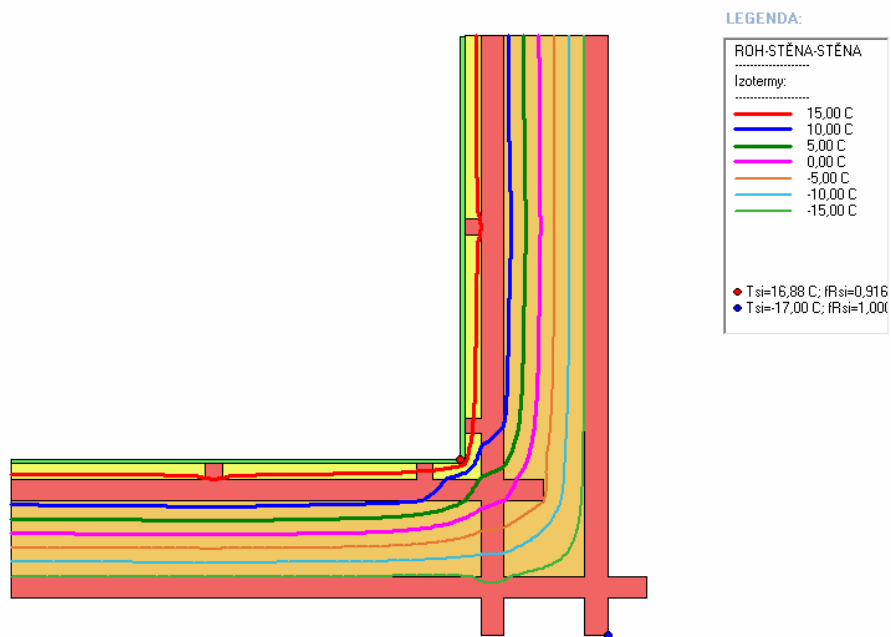
Jednotlivé hodnocené detaily:



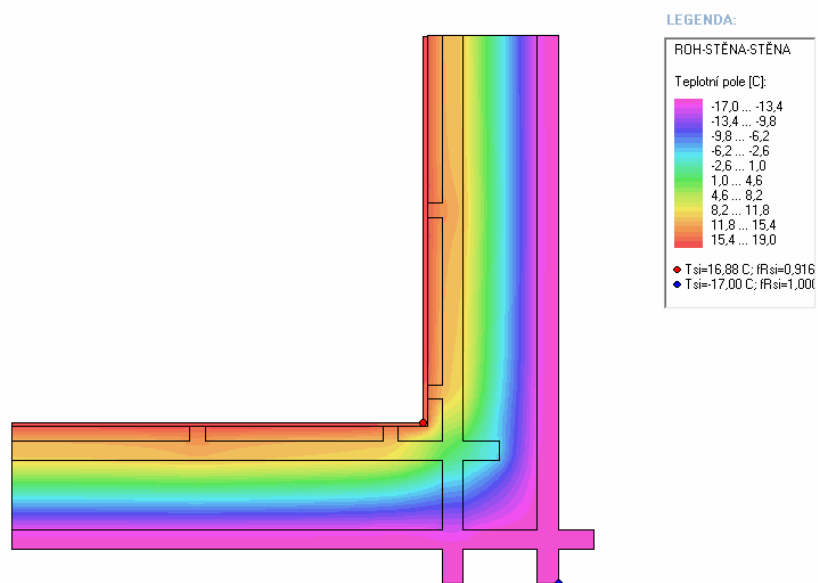
Obr. 3.1 Tepelný most ve stěně – izotermy



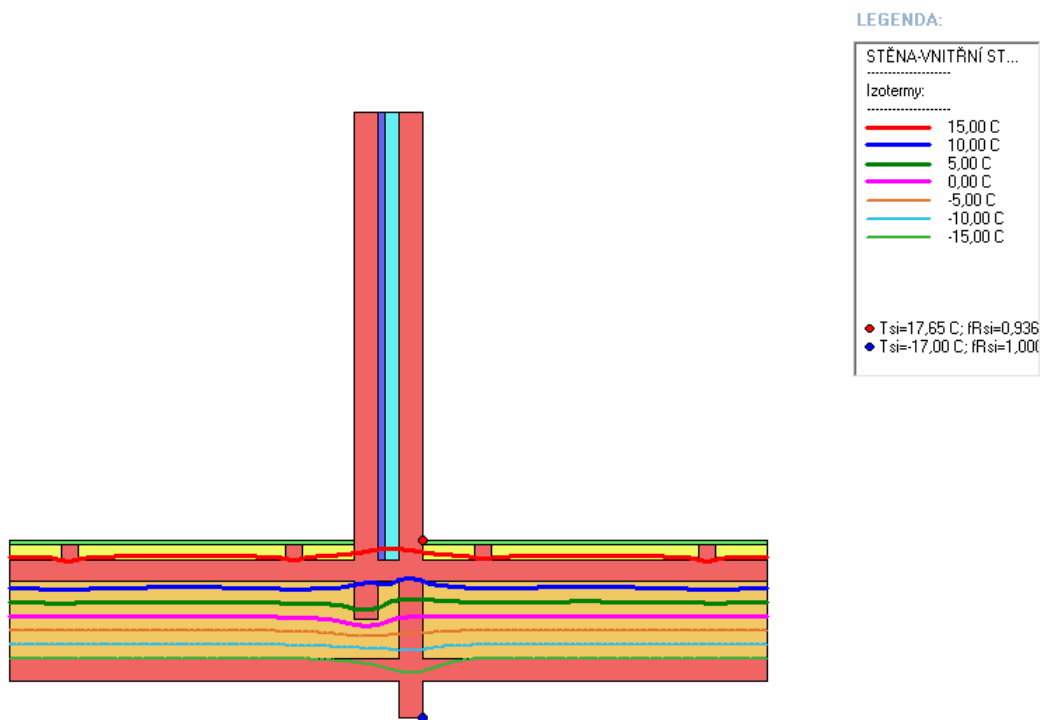
Obr. 3.2 Tepelný most ve stěně – teplotní pole



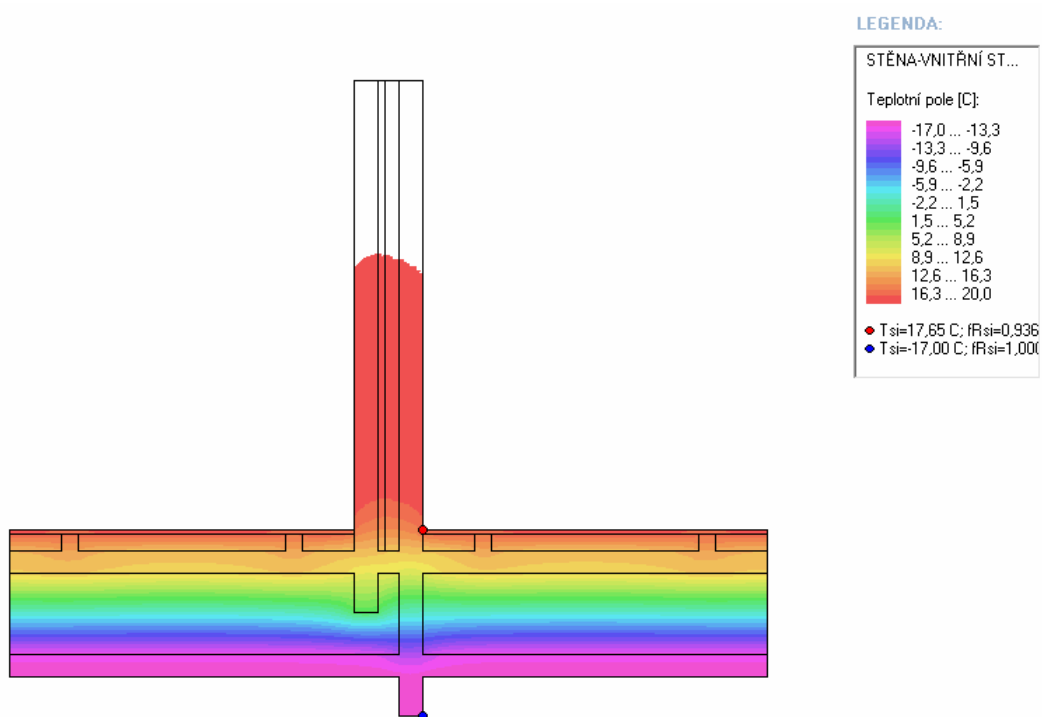
Obr. 3.3 Roh – stěna – stěna – izotermi



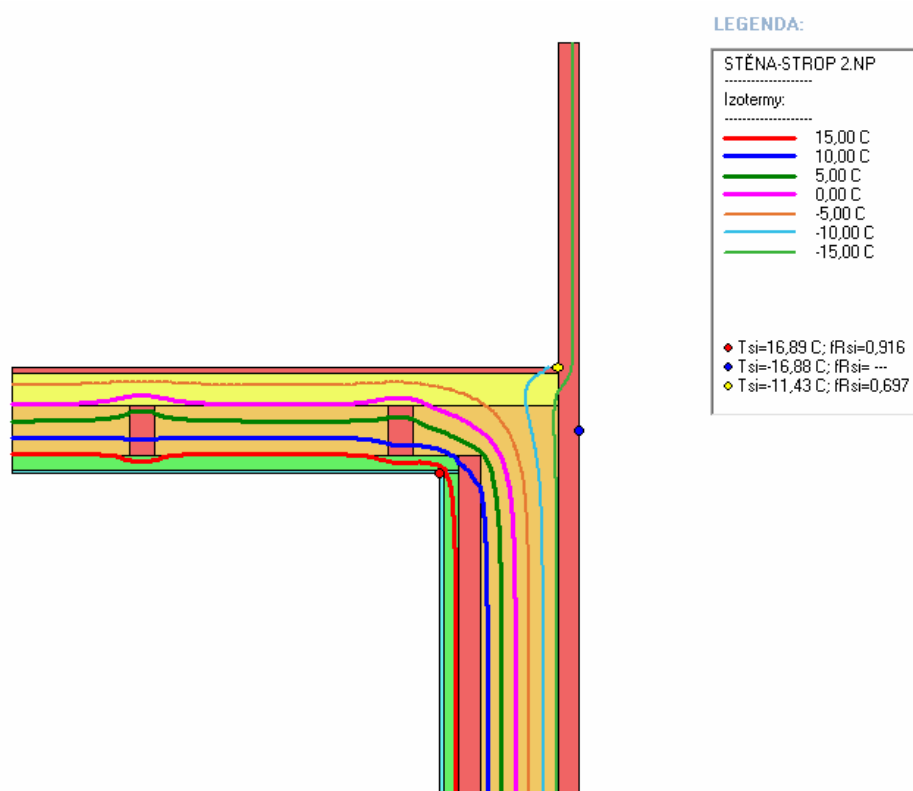
Obr. 3.4 Roh – stěna – stěna – teplotní pole



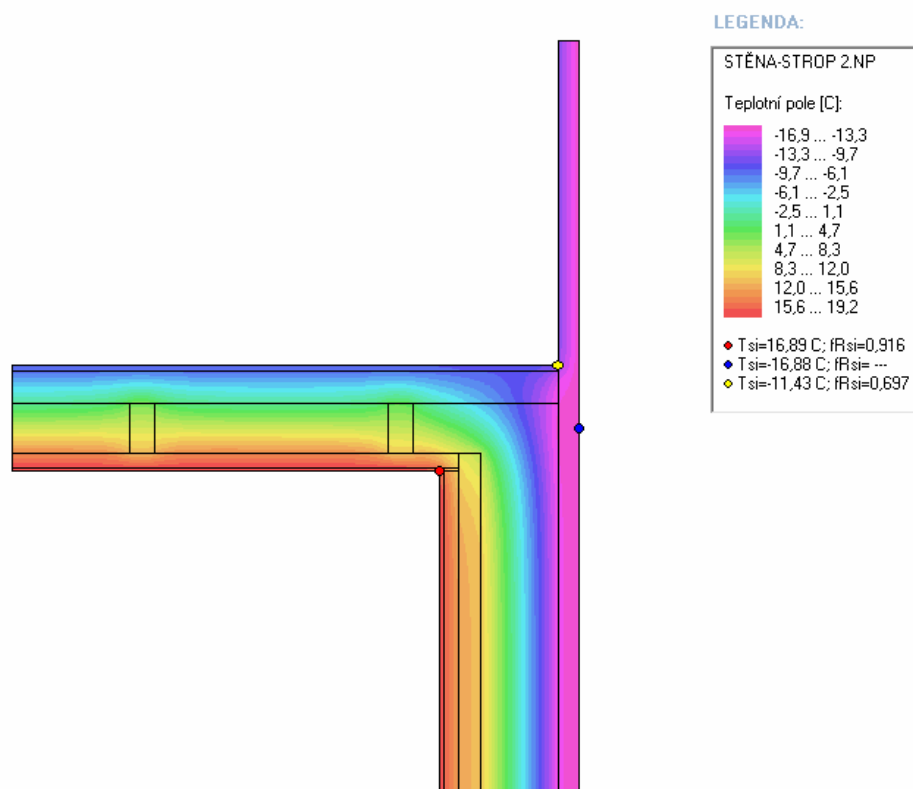
Obr. 3.5 Stěna – vnitřní stěna – izotermy



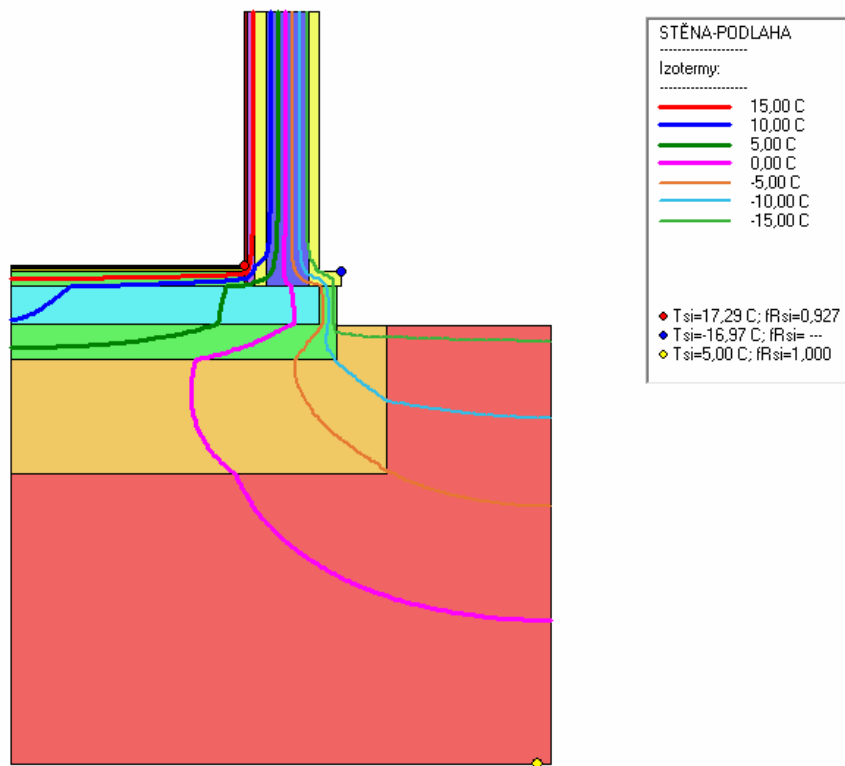
Obr. 3.6 Stěna – vnitřní stěna – teplotní pole



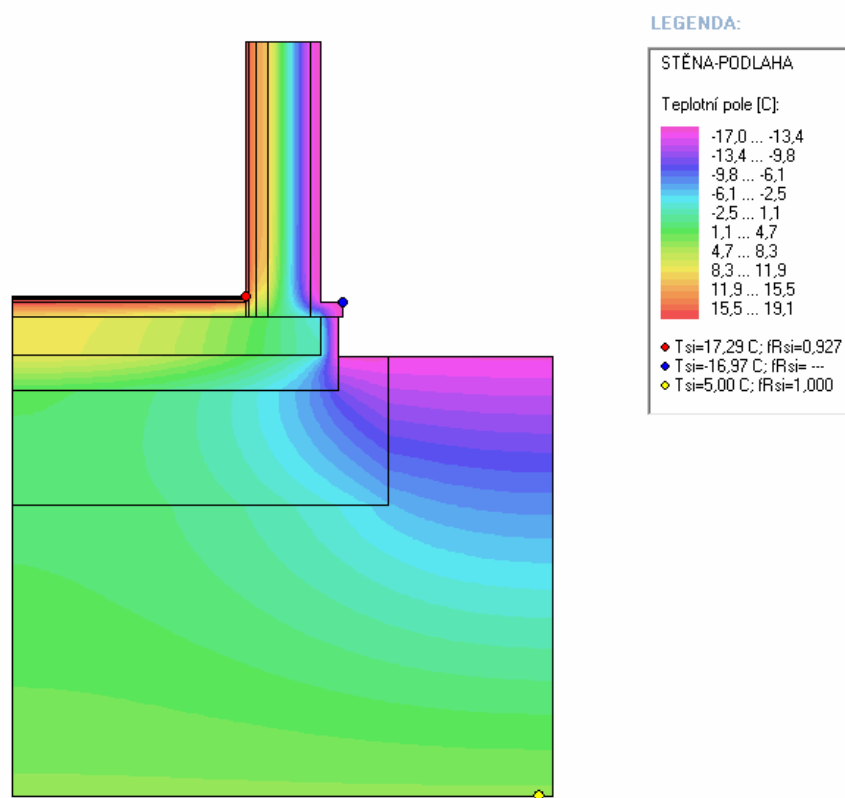
Obr. 3.7 Stěna – strop 2. NP – izotermy



Obr. 3.8 Stěna – strop 2. NP – teplotní pole



Obr. 3.9 Stěna – podlaha – izotermy



Obr. 3.10 Stěna – podlaha – teplotní pole

3.1.3 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla je tepelný výkon, který projde 1 m² plochy konstrukce při teplotním spádu vnitřního a vnějšího prostředí 1 K. Značka je U a jednotka je W/(m² ·K). Součinitel prostupu tepla je inverzní hodnotou odporu konstrukce při prostupu tepla. [6]

$$R_T = R_{si} + \sum_{j=1}^n R_j + R_{se} \quad (4)$$

kde R_T je odpor konstrukce při prostupu tepla [m²K/W]

R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m²K/W]

R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [m²K/W]

R je tepelný odpor konstrukce [m²K/W]

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (5)$$

$$U \leq U_N \quad (6)$$

kde U_N požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/m²K]

Ve výpočtu v programu TEPLO 2010 byly využity pro konstrukce s tepelnými mosty z dřevěných roštů ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti dle ČSN 73 0540-4 [7]:

$$\lambda_{ev,j} = f_a \cdot \lambda_a + f_b \cdot \lambda_b + \dots + f_q \cdot \lambda_q \quad (7)$$

kde f_q jsou poměrné plochy každého výseku

$$f_q = \frac{A_q}{A} \quad (8)$$

Tabulka 3.3

Vyhodnocení součinitele prostupu tepla

č.	Název konstrukce	Hodnoty konstrukce U [W/m ² K]	Požadované hodnoty $U_{N,20}$ [W/m ² K]	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$ [W/m ² K]	hodnocení
1.	Obvodová stěna	0,14	0,30	0,20	0,18 až 0,12	vyhovuje
2.	Podlaha 1. NP	0,13	0,45	0,30	0,22 až 0,15	vyhovuje
3.	Strop 2. NP	0,16	0,30	0,20	0,15 až 0,10	vyhovuje
4.	Stěna S3	0,51	2,70	1,80		vyhovuje
5.	Stěna S4	0,60	2,70	1,80		vyhovuje
6.	Stěna S5	0,58	2,70	1,80		vyhovuje
7.	Stěna S6	1,81	2,70	1,80		vyhovuje
8.	Stěna S8	1,61	2,70	1,80		vyhovuje
9.	Strop 1. NP	0,41	2,20	1,45		vyhovuje

Výstupy z programu Teplo 2010, Area 2010 a výpočty ekvivalentních součinitelů tepelné vodivosti viz příloha č. 5.

Výsledky byly srovnány s výpočtem dvourozměrného teplotního pole v programu Area 2010 pro konstrukce s tepelnými mosty – obvodovou stěnu a stropem 2. NP, přičemž pro větší bezpečnost výpočtu byla přičtena v obou případech hodnota korekce součinitele prostupu tepla pro vliv systematických tepelných mostů $\Delta U = 0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Pro obvodovou stěnu vychází lineární tepelná propustnost $L = 0,0778 \text{ W/mK}$, vyděleno délkou hodnoceného detailu $l = 0,65 \text{ m}$, vychází $U = L/l = 0,0778/0,65 = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K} + 0,02 \text{ W/m}^2\text{K} = \underline{0,14 \text{ W/m}^2\text{K}}$

Pro strop 2. NP vychází lineární tepelná propustnost $L = 0,09815 \text{ W/mK}$ vyděleno délkou hodnoceného detailu $l = 0,73 \text{ m}$ vychází $U = L/l = 0,09815/0,73 = 0,134 \text{ W/m}^2\text{K} + 0,02 \text{ W/m}^2\text{K} = \underline{0,154 \text{ W/m}^2\text{K}}$. V dalších výpočtech byla využita hodnota z výpočtu programu Teplo 2010 $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.1.4 Průměrný součinitel prostupu tepla

„Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, budovy nebo vytápěné zóny budovy musí splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N} \quad (9)$$

kde

$U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla, ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ “ [3]

Pro budovy s převažující vnitřní návrhovou teplotu 18 – 22 °C platí $U_{em,N} = U_{em,N, 20}$ nejvýše však 0,5.

$$U_{em,N, 20} = \Sigma (U_{N,j} \cdot A_j \cdot b_j) / \Sigma A_j + 0,02 \quad (10)$$

kde

$U_{N,j}$ je odpovídající normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce

A_j plocha j-té teplosměnné konstrukce stanovená z vnějších rozměrů

b_j teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci Pro výplně otvorů se neuplatňuje zvýšení b o 15%

$$U_{em,rec} = 0,75 \cdot U_{em,N} \quad (11)$$

$U_{em,rec}$ je doporučená hodnota, která se uplatní všude, kde tomu nebrání ekonomické či technické požadavky.

$$U_{em} = \frac{H_T}{A} \quad (12)$$

„kde

H_T je měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789, ve W/K, stanovená ze součinitelů prostupu tepla U_j všech teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry, jejich ploch A_j určených z vnějších rozměrů“ [3]

A teplosměnná plocha obálky budovy, v m², stanovená součtem ploch A_j .

Průměrný součinitel prostupu tepla činí 0,2 W/(m²·K), činitel CI pro vyhodnocení dle přílohy C normy ČSN 730540-2 (2011) [3] je 0,4. Klasifikační třída průměrného součinitele prostupu obálkou budovy je **A – Velmi úsporná**. Zpracování viz příloha č. 10 – vyhodnocení výsledků posouzení podle ČSN 730540-2 (2011) a energetický štítek obálky budovy.

3.1.5 Lineární činitel prostupu tepla

Lineární činitel prostupu tepla ψ , ve W/(m·K) tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí splňovat podmínku:

$$\psi \leq \psi_N \quad (13)$$

„kde

ψ_N je požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla, ve W/(m·K)“ [3]

$$\psi = L^{2D} - \sum U_j \cdot l_j \quad (14)$$

„kde

L^{2D} je lineární tepelná propustnost hodnoceným detailem, ve W/(m·K), určená pomocí výpočtu dvourozměrného teplotního pole

U_j součinitel prostupu tepla obvodové stěny, ve W/(m² ·K)

l_j délka vnější strany obvodové stěny detailu, v m“ [8]

Pro výpočet lineárního činitele prostupu tepla v místě styku obvodové stěny a podlahy na terénu platí:

$$\psi = L - U_w \cdot b_w - L_g \cdot \frac{b_{fe}}{b_{fi}} \quad (15)$$

kde

L je tepelná propustnost celým detailem ve W/(m·K)

U_w součinitel prostupu tepla stěny ve W/(m²·K)

b_w výška stěny měřená z vnější strany v m

L_g tepelná propustnost podlahou včetně vlivu zeminy ve W/(m·K)

$b_{f,e}$ vodorovný rozměr podlahy měřený z vnější strany v m

$b_{f,i}$ vodorovný rozměr podlahy měřený z vnitřní strany v m [9]

Protože pro vytvoření modelu v programu AREA 2010 je menší půdorysný rozměr domu příliš velký $b = 15,5$ m (model může být velký max. 30 x 30 m), pro rozměr $b \geq 12$ m je použit charakteristický rozměr podlahy B' .

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} \quad (16)$$

kde je

A plocha podlahy, v m²

P obvod podlahy, v m. [8]

Po dosazení hodnot vychází $B' = 9,59$ m, tato hodnota byla pro model zaokrouhlena na 10 m.

Tabulka 3.4

Vyhodnocení lineárního činitele prostupu tepla

č.	Název detailu	L^{2D} [W/m·K]	$\Sigma U_j \cdot l_j$ [W/m·K]	$L_g \cdot (b_{fe}/b_{fi})$ [W/m·K]	ψ [W/m·K]	ψ_N [W/m·K]	ψ_{rec} [W/m·K]	ψ_{pas} [W/m·K]	hodnocení
1.	roh-stěna-stěna	0,38	0,52	-	-0,13	0,20	0,10	0,05	vyhovuje
2.	stěna-vnitřní stěna	0,29	0,31	-	-0,02	0,20	0,10	0,05	vyhovuje
3.	stěna-strop 2. NP	0,36	0,51	-	-0,15	0,20	0,10	0,05	vyhovuje
4.	stěna-podlaha	0,73	0,28	0,41	0,04	0,20	0,10	0,05	vyhovuje

Výstupy z programu AREA 2010 viz příloha č. 6.

3.1.6 Pokles dotykové teploty podlahy

Z hlediska požadovaného poklesu dotykové teploty $\Delta\theta_{10,N}$ se podlahy zařídují do tříd I. – velmi teplé až IV. – studené. V občanských budovách jsou podlahy učeben a hotelových pokojů zaříděny do třídy II. – teplé a podlahy restaurací, koupelen a WC do třídy III. – méně teplé.

Vypočtený pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ musí být nižší než $\Delta\theta_{10,N}$. [3] Podlaha 1. NP byla počítána pouze po úroveň hydroizolace. Všechny skladby podlahy vyhovují požadavkům třídy II.

Tabulka 3.5 Vyhodnocení poklesu dotykové teploty podlahy

konstrukce	$\Delta\theta_{10}$	$\Delta\theta_{10,N}$	hodnocení
Podlaha 1. NP - dlažba	4,36	do 5,5 včetně	Vyhovuje
Podlaha 1. NP - parkety	4,57	do 5,5 včetně	Vyhovuje
Podlaha 2. NP - dlažba	4,32	do 5,5 včetně	Vyhovuje
Podlaha 2. NP - parkety	4,36	do 5,5 včetně	Vyhovuje

Výstupy z programu TEPLO 2010 viz příloha č. 7.

3.1.7 Šíření vlhkosti konstrukcí

„Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce M_c , v kg/(m²·a), mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy: $M_c = 0$ (17)

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v kg/(m²·a) tak, aby splňovalo podmínku: [3]

$$M_c \leq M_{c,N} \quad (18)$$

Pro konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky platí nižší z hodnot: $M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ „nebo 3% plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}/\text{m}^3$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;“ [3]

Dále platí, že ve stavební konstrukci s možností kondenzace vodní páry roční množství zkondenzované vodní páry M_c , v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$.

Minimální množství zkondenzované vlhkosti neohrozí funkci obvodových stěn a stropu 2. NP, protože kondenzační zóna vzniká v oblasti tepelné izolace mimo dřevěné nosné prvky, konstrukce jsou navíc difúzně otevřené směrem do exteriéru. U posuzovaných vnitřních stěn nedochází ke kondenzaci vodní páry.

Tabulka 3.6 Vyhodnocení kondenzace vodní páry

č.	Název konstrukce	M_c [kg/m ² ·rok]	M_{ev} [kg/m ² ·rok]	$M_{c,N}$ [kg/m ² ·rok]	hodnocení
1.	Obvodová stěna	0,049	0,177	0,75	vyhovuje
2.	Podlaha 1. NP	0,000	0,406	0,0025	vyhovuje
3.	Strop 2. NP	0,059	0,654	0,9	vyhovuje

Výstupy z programu TEPLO 2010 zahrnující kondenzace vodní páry viz příloha č. 4.

3.1.8 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

Celková průvzdušnost obálky budovy

Ověřuje se pomocí celkové intenzity výměny vzduchu za tlakového rozdílu 50 Pa, v h^{-1} , stanoveného empiricky dle ČSN EN 13829.

$$n_{50} \leq n_{50,N} \quad (19)$$

V případě nuceného větrání se zpětným získáváním tepla platí $n_{50,N} = 1 \text{ h}^{-1}$ pokud se navíc jedná o budovu v pasivním standardu pak $n_{50,N} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ [3]. Byla provedena taková opatření k zajištění neprůvzdušnosti obálky budovy, především aplikace kompletní vrstvy parozábrany, aby bylo dosaženo úrovně nižší než $n_{50,N} = 1 \text{ h}^{-1}$.

Intenzita větrání užívané místnosti

$$n \leq n_N \quad (20)$$

Pro obytné a obdobné budovy platí hodnota $n_N = 0,3 - 0,6 \text{ h}^{-1}$.

Budova bude vybavena nuceným větráním a teplovzdušným vytápěním se zpětným získáváním tepla, které bude splňovat požadované hygienické normy, jeho návrh a parametry viz část 4.

3.1.9 Tepelná stabilita místností

Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_v(t)$

Požaduje se, aby kritická místnost na konci doby chladnutí t vykazovala pokles výsledné teploty v zimním období:

$$\Delta\theta_v(t) \leq \Delta\theta_{v,N}(t) \quad (21)$$

kde pro místnosti s pobytem lidí je $\Delta\theta_{v,N}(t) = 3 \text{ }^\circ\text{C}$

Požadavek se ověřuje pro kritickou místnost, která bývá zpravidla rohová a se stropem pod nevytápěnou půdou [3]. Jako kritickou místnost jsem zvolil místnost 202 – Přednášecí sál. Byla zvolena časová perioda doby chladnutí 6 hodin.

$\Delta\theta_v(6h) = 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – místnost vyhovuje. Výsledky šetření v programu Stabilita 2010 viz příloha č. 8.

Tepelná stabilita místnosti v letním období

Platí:

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N} \quad (22)$$

kde $\theta_{ai,max}$ je nejvyšší vypočtená teplota vzduchu v letním období

$\theta_{ai,max,N}$ je maximální požadovaná denní teplota vzduchu v letním období, ve $^\circ\text{C}$, pro nevýrobní budovy $\theta_{ai,max,N} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, přičemž u obytných budov je možné překročit tuto teplotu nejvýše o $2 \text{ }^\circ\text{C}$ na dobu dvou hodin, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.

Požadavek se ověřuje pro kritickou místnost, což je místnost s největšími osluněnými výplněmi otvorů orientovanými na západ, jihozápad, jih, jihovýchod nebo východ v poměru k podlahové ploše přilehlého prostoru.

Budova je koncipována tak, aby byl v létě maximálně využit vyšší sklon slunce – výška slunce z jižní strany a před jižní stranou je předsunutý balkón a přesah střechy, které v letních měsících zaručí přirozené stínění vnitřních prostor. Míru oslunění v závislosti na roční období viz výkres 2.01 – Oslunění z jižní strany – výška slunce. Okna orientovaná k západu, jihu a východu budou taktéž opatřena venkovními žaluziemi Z-70 Climax ovladatelnými manuálně zevnitř.

Tabulka 3.7 Určení kritické místnosti

Místnost	Podlahová plocha [m ²]	Plocha výplní otvorů [m ²]	Podíl ploch [%]
106	74,22	22,88	0,31
115	58,96	22	0,37
202	85,04	24,2	0,28
214	46,26	17,6	0,38

Kritickou místností je místnost 214 – Bezbariérový byt.

$\theta_{ai,max} = 26,94$ °C – místnost vyhovuje.

Výsledky šetření v programu Simulace 2010 viz příloha č. 9.

3.2 STANOVENÍ UKAZATELŮ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Dle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií v platném znění, § 7 odst. 1 je při výstavbě nové budovy nutné splnit požadavky na energetickou náročnost budovy. Tyto požadavky jsou definovány ve vyhlášce č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti v § 6 odst. 1: „Požadavky na energetickou náročnost nové budovy a budovy s téměř nulovou spotřebou energie, stanovené výpočtem na nákladově optimální úrovni, jsou splněny, pokud hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy uvedené v § 3 odst. 1 písm. b), c) a e) nejsou vyšší než referenční hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro referenční budovu.“ [10] Tyto ukazatele energetické náročnosti jsou níže uvedeny a jsou vypočítány a vyhodnoceny v programu Energie 2013 viz příloha č. 10 a uvedeny v průkazu energetické náročnosti budovy.

3.2.1 Neobnovitelná primární energie za rok

Neobnovitelná primární energie pro hodnocenou budovu se vypočítá jako součet součinů dodané energie, v rozdělení po jednotlivých energonositelích a příslušných faktorů primární energie uvedených v příloze č. 3 vyhlášky 78/2013 [10].

Neobnovitelná primární energie pro referenční budovu se vypočítá vynásobením vypočtených spotřeb energie a pomocných energií pro jednotlivé technické systémy faktory

neobnovitelné primární energie podle typů spotřeb uvedených v tabulce č. 4 přílohy č. 1 vyhlášky 78/2013 [10].

Dle vyhodnocení v programu Energie 2013 (viz příloha č. 10) činí neobnovitelná primární energie 292 kWh/m²·a, pro referenční budovu činí 604 kWh/m²·a. Budova splní požadavek a je zařazena do klasifikační třídy **A – mimořádně úsporná** viz obr. 3.11 (hodnocená budova má nižší než poloviční hodnotu referenční budovy).

3.2.2 Celková dodaná energie za rok

„Celková dodaná energie do budovy se stanoví součtem dílčích dodaných energií a vyjádří se také po jednotlivých energonositelích.“ [10]

Dle vyhodnocení v programu Energie 2013 (viz příloha č. 10) činí celková dodaná energie 135 kWh/m²·a, pro referenční budovu činí 370 kWh/m²·a. Budova splní požadavek a je zařazena do klasifikační třídy **A – mimořádně úsporná** viz obr. 3.11 (hodnocená budova má nižší než poloviční hodnotu referenční budovy).

3.2.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Dle § 3 odst. 6 vyhlášky 78/2013 Sb., se provede výpočet průměrného součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-4. Tento výpočet viz bod 3.1.4 této práce. Vyhodnocení je ale dle této vyhlášky mírně odlišné než dle normy ČSN 73 0540-2: Požadavky.

Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla jednozónové budovy $U_{em,R}$ se pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} od 18°C do 22 °C stanoví podle vztahu:

$$U_{em,R} = U_{em,N, 20,R}$$
$$U_{em,N, 20,R} = f_r \cdot [\sum (U_{N,20j} \cdot A_j \cdot b_j) / \sum A_j + \Delta U_{em,R}] \quad (23)$$

kde

f_r je redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla, pro nové budovy je dle tabulky č. 1 $f_r = 0,8$

$U_{N,20j}$ normová požadovaná hodnota j-té teplosměnné konstrukce pro převažující návrhovou teplotu 20°C, ve W/(m²K), podle ČSN 73 0540-2

A_j plocha j-té teplosměnné konstrukce stanovená z vnějších rozměrů, v m²

b_j teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci podle ČSN 73 0540-2

$\Delta U_{em,R}$ přírážka na vliv tepelných vazeb, je rovna 0,02 W/(m²K)

Dle vyhodnocení v programu Energie 2013 (viz příloha č. 10) činí průměrný součinitel prostupu tepla 0,2 W/m²·K, pro referenční budovu činí 0,41 W/m²·K. Budova splní požadavek a je zařazena do klasifikační třídy **A – mimořádně úsporná** (hodnocená budova má nižší hodnotu než 65 % hodnoty referenční budovy).

3.2.4 Klasifikace budovy s velmi nízkou potřebou tepla

Z hlediska klasifikace budovy s velmi nízkou potřebou tepla byla ke klasifikaci využita technická normalizační informace TNI 73 0330 [11].

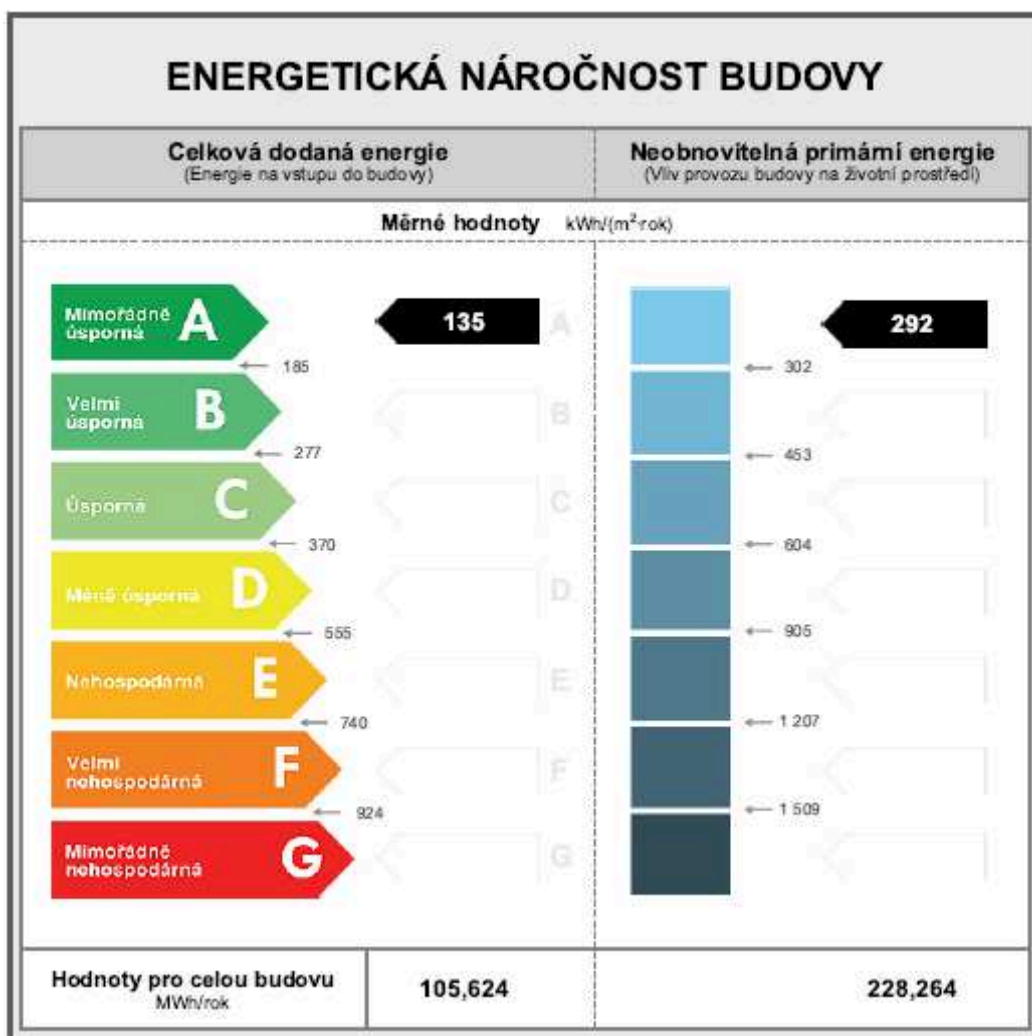
Jako nízkoenergetický bytový dům se označuje dům, který splňuje tyto požadavky:

- 1) Je zajištěn přívod čerstvého vzduchu do všech pobytových místností, požadavek se prokazuje kontrolou projektové dokumentace a hodnotí se slovně. Budova nízkoenergetického školícího a vzdělávacího střediska je opatřena nuceným větráním všech pobytových místností a z hlediska tohoto požadavku vyhovuje.
- 2) Nejvyšší teplota vzduchu v pobytové místnosti $\theta_{a,max}$ je 27 °C, přičemž strojní chlazení se pro výpočet nepředpokládá. Tato hodnota byla již prokázána v bodu 3.1.9 této práce a byla splněna.
- 3) Měrná potřeba tepla na vytápění E_A v kWh/(m²a) je nižší než 50 kWh/(m²a). Tento požadavek je splněn $E_A = 19$ kWh/(m²a). Viz příloha č. 10 – výsledky pro hodnocenou budovu.

Doporučeno je pro nízkoenergetické domy splnění těchto požadavků:

- 1) Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici není vyšší než doporučené hodnoty. Tento požadavek je splněn viz tabulka 3.3.
- 2) Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 není vyšší než 0,3. Tento požadavek je splněn $U_{em} = 0,2$ viz příloha č. 10.
- 3) Účinnost zpětného získávání tepla η není nižší než 70 %. Tento požadavek je splněn, viz podklady výrobce rekuperační vzduchotechnických jednotek Atrea Duplex Multi v příloze č. 14. Vzduchotechnická jednotka č. 1 (VZTJ 1) při dané konfiguraci má účinnost 86 % a VZTJ 2 87 %.
- 4) Ve fázi přípravy stavby i po jejím dokončení je požadována neprůvzdušnost obálky budovy $n_{50} \leq 1,5$. Je předpokládáno, že požadavek bude splněn. Předpokládána

hodnota n_{50} je vzhledem k použití parozábrany a bitumenových těsnících pásek k překrytí spojů parozábrany v celém povrchu obvodových konstrukcí $n_{50} = 0,9 \text{ h}^{-1}$.



Obr. 3.11 Energetická náročnost budovy

4. TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

4.1 NÁVRH VYTÁPĚNÍ A NUCENÉHO VĚTRÁNÍ BUDOVY

Aby byly využity vlastnosti konstrukcí nízkoenergetického domu a byl zaručen nízkoenergetický provoz, je nutné navrhnout nucené větrání s rekuperací, tj. zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu (ZZT) [11]; [12].

4.1.1 Základní koncepce vytápění a nuceného větrání

Celá budova bude vytápěna teplovzdušně pomocí rekuperačních a větracích jednotek. Koncepce teplovzdušného vytápění vyhovuje především případným nárazovým solárním ziskům, jež budou potencionálně vznikat pomocí velkých okenních otvorů, protože dokáže rychle reagovat na tyto zisky pomocí regulace. Dřevostavba domu má také nízkou tepelnou setrvačnost, což vyhovuje operativní rychlé regulaci teplovzdušného vytápění. Potencionální oslunění prostorů z jižní strany a využití předsunutého balónu a střechy k stínění v letních měsících viz výkres 2.01.

Základním zdrojem tepla pro vytápění i ohřev teplé vody bude tepelné čerpadlo voda-voda, které bude ve vzduchotechnické jednotce s vestavěnou rekuperační jednotkou zpětného získávání tepla dohřívát přiváděný vnější vzduch na požadovanou teplotu. Vzduch ohřátý na příslušnou teplotu bude přiváděn do požadovaných pobytových místností a odváděn z hygienických prostorů jako jsou WC, koupelny či kuchyně. Dále budou na jižní straně střechy instalovány solární fotovoltaické panely, které zajistí snížení spotřeby neobnovitelné primární energie a snížení provozních nákladů systému.

4.1.2 Tepelné ztráty jednotlivých místností a zón prostupem tepla

Jako podklad pro výpočet dimenzování teplovzdušného vytápění slouží výpočet tepelných ztrát prostupem tepla. Ten byl proveden na základě ČSN EN 12831 v programu Ztráty 2010. Návrhové vnitřní teploty byly určeny na základě národní přílohy ČSN EN 12831. Na základě hygienických požadavků bude následně určeno množství větraného vzduchu pro jednotlivé místnosti a tepelné ztráty, které vznikají výměnou a ohřevem tohoto vzduchu. Z důvodů společného zásobování teplem pomocí teplovzdušného vytápění byly některé

místnosti spojeny do jedné zóny a pro tuto společnou zónu byly vypočítány ztráty. Výpočet tepelných ztrát v programu Ztráty 2010 viz příloha č. 11.

Tabulka 4.1 Tepelné ztráty místností a zón prostupem tepla

OZN.	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	OBJEM [m ³]	TEPLOTA [°C]	ZTRÁTA [W]
101	VSTUPNÍ HALA	309,3	20	857
102	RECEPCE-ŠATNA			
103	CHODBA			
104	VÝTAH LC MINI DH320			
105	PROSTOR POD SCHODIŠTĚM			
106	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	211,5	20	1050
107	KANCELÁŘ	26,5	20	259
108	PÁNSKÉ WC PERSONÁL	10,6	20	38
109	DÁMSKÉ WC PERSONÁL	10,6	20	72
110	TECHNICKÁ MÍSTNOST+ ÚKLID. KOMORA	25,5	15	-56
111	PÁNSKÉ WC	59	20	235
112	PÁNSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ			
113	DÁMSKÉ WC	55,3	20	52
114	DÁMSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ			
115	RESTAURACE	168	20	985
116	KUCHYNĚ	57,7	20	416
117	SKLAD	11,9	15	-100
118	ZÁDVEŘÍ	7,8	15	-21
201	HALA	243,2	20	1087
204	STUDOVNA			
205	VÝTAH LC MINI DH320			
206	PROSTOR SCHODIŠTĚ			
202	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	238,1	20	1416
203	KANCELÁŘ	37,4	20	341
207	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	18,2	15	-176
208	PŘEDSÍŇ	43,2	20	102
209	BYT	128,6	20	756
210	KOUPELNA	22,5	24	292
211	WC	5,8	20	91
212	KOMORA	5,7	15	-115
213	PŘEDSÍŇ	38,4	20	91
214	BEZBARIÉROVÝ BYT	129,5	20	936
215	BEZBARIÉROVÁ KOUPELNA	31,8	24	359
216	KOMORA	6,1	15	-107
	SUMA 1. NP	953,7		3787
	SUMA 2. NP	948,5		5073
	SUMA BUDOVY	1902,2		8860

4.1.3 Tepelné zisky vybraných místností

Jelikož např. v místnostech přednášecích sálů a restaurace se předpokládá během provozu budovy takřka permanentní přítomnost většího množství osob, byly dle normy ČSN 73 0548 „Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů“ [13] pro tyto místnosti vypočítány tepelné zisky od osob. Aby výpočet byl z hlediska zimního vytápění na straně bezpečnosti, nebylo uvažováno s plnou obsazeností daných místností.

Tepelné zisky produkcí tepla lidí se vypočítají dle vztahu:

$$Q_1 = i_1 \cdot 6,2 (36 - t_i) \quad (4.1)$$

kde

Q_1 je tepelný zisk produkcí tepla lidí

i_1 počet lidí

t_i vnitřní návrhová teplota vzduchu

$$i_1 = 0,85 i_z + 0,75 i_d + i_m$$

kde

i_z je počet žen

i_d je počet dětí

i_m je počet mužů

Pro oblast vstupní haly č. 101 a recepce č. 102 platí:

Maximální kapacita je určena na 25 osob, tyto se však budou zdržovat jen nárazově při čekání na přednášky, v recepci bude stálý personál. Je počítáno se 4 dospělými osobami rozdělenými dle pohlaví na poloviny.

$$i_1 = 0,85 \cdot 2 + 0,75 \cdot 0 + 2 = 3,7 \quad Q_1 = 3,7 \cdot 6,2 (36 - 20) = 367,04 \text{ W} \approx 367 \text{ W}$$

Ztráta se kterou se bude v dalších výpočtech pro tento prostor uvažovat: $857 - 367 = 490 \text{ W}$

Tabulka 4.2 Tepelné zisky místností a zón a výsledné ztráty

OZN.	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	t_i [°C]	Q_{ztr} [W]	muži	ženy	Q_1 [W]	Q [W]
101	VSTUPNÍ HALA	20	857	2	2	367	490
102	RECEPCE-ŠATNA						
103	CHODBA						
104	VÝTAH LC MINI DH320						
105	PROSTOR POD SCHODIŠTĚM	20	1050	5	5	918	132
106	PŘEDNÁŠECÍ SÁL						

107	KANCELÁŘ	20	259	0	1	84	175
108	PÁNSKÉ WC PERSONÁL	20	38	0	0	0	38
109	DÁMSKÉ WC PERSONÁL	20	72	0	0	0	72
110	TECH. MÍSTNOST+ÚKLID. KOM.	15	-56	0	0	0	-56
111	PÁNSKÉ WC	20	235	0	0	0	235
112	PÁNSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ						
113	DÁMSKÉ WC	20	52	0	0	0	52
114	DÁMSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ						
115	RESTAURACE	20	985	3	3	551	434
116	KUCHYNĚ	20	416	0	0	0	416
117	SKLAD	15	-100	0	0	0	-100
118	ZÁDVEŘÍ	15	-21	0	0	0	-21
201	HALA	20	1087	2	2	367	720
204	STUDOVNA						
205	VÝTAH LC MINI DH320						
206	PROSTOR SCHODIŠTĚ						
202	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	20	1416	6	6	1101	315
203	KANCELÁŘ	20	341	0	1	84	257
207	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	15	-176	0	0	0	-176
208	PŘEDSÍŇ	20	102	0	0	0	102
209	BYT	20	756	0	1	84	672
210	KOUPELNA	24	292	0	0	0	292
211	WC	20	91	0	0	0	91
212	KOMORA	15	-115	0	0	0	-115
213	PŘEDSÍŇ	20	91	0	0	0	91
214	BEZBARIÉROVÝ BYT	20	936	0	1	84	852
215	BEZBARIÉROVÁ KOUPELNA	24	359	0	0	0	359
216	KOMORA	15	-107	0	0	0	-107
SUMA 1. NP			3787	10	11	1920	1867
SUMA 2. NP			5073	8	11	1721	3352
SUMA BUDOVY			8860	18	22	3641	5219

4.1.4 Požadavky na minimální výměnu vzduchu

Požadavky na výměnu vzduchu jsou upraveny různými normami, vyhláškami a předpisy s různými hodnotami. V literatuře je např. uváděno, že základní intenzita výměny vzduchu je cca 30 m³/h na osobu čerstvého přiváděného vzduchu [12].

Dle vyhlášky č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých [13] jsou požadavky na množství přiváděného venkovního vzduchu tyto: učebny 20 – 30 m³/h na žáka, umývárny 30 m³/h na umyvadlo, sprchy 150 – 200 m³/h na sprchu, záchody 50 m³/h na kabinu a 25 m³/h na pisoár.

Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 6/2002 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností staveb určuje množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení takto: umyvadlo 30 m³/h, sprcha 35 – 110 m³/h, WC mísa 50 m³/h a pisoár 25 m³/h.

ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Požadovaná intenzita větrání – výměna venkovním vzduchem: obytné místnosti 0,5/h, kanceláře 1/h, kuchyně nebo koupelny s oknem 1,5/h, zasedací místnosti, učebny 2/h.

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Intenzity větrání pro užívané místnosti. Pro pobytové místnosti se zpravidla požaduje min. 15 m³/h čerstvého vzduchu na osobu v klidové aktivitě a až 25 m³/h při aktivitách přesahujících produkci metabolického tepla nad 80 W/m². V učebnách se požaduje 20 – 30 m³/h čerstvého vzduchu na žáka. Pro obytné budovy a obdobné budovy se požadovaná intenzita větrání, přepočítaná z minimálních dávek čerstvého vzduchu, pohybuje mezi hodnotami 0,3 – 0,6/h [3].

Prostor budovy lze z hlediska návrhu nuceného větrání rozdělit a tři zóny [12]:

- 1) zóna přiváděného vzduchu (ZPV) – obvykle pobytové místnosti,
- 2) průchozí zóna (PZ) – chodby, koridory apod.,
- 3) zóna odváděného vzduchu (ZOV) – hygienické prostory WC, koupelny, kuchyně.

Přiváděný vzduch do ZPV musí pokrýt tepelné potřeby a potřeby na výměnu vzduchu i pro zbývající dvě zóny.

Při návrhu přiváděného množství vzduchu bylo u různých prostor uvaženo, že zpravidla nebudou využívány současně, ani na maximální kapacitu, např. haly č. 101 a 201, u kterých je uvedena kapacita 25, resp. 30 uživatelů, budou z provozního hlediska využívány pouze krátce při čekání posluchačů na přednášku, proto výměna vzduchu pro tyto prostory je navržena na úrovni cca $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$. Naopak u učeben lze očekávat dlouhodobější maximální využití, v tomto případě je tedy navržen přísun vzduchu 25 m³/h na osobu.

Tabulka 4.3 Navrhované minimální výměny vzduchu

OZN.	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	OBJEM [m ³]	POČET UŽIVATELŮ	PŘIVÁDĚNÝ VZDUCH [m ³ /h]	ODVÁDĚNÝ VZDUCH [m ³ /h]	VÝMĚNA VZDUCHU [h ⁻¹]
101	VSTUPNÍ HALA	309,3	25	200	0	0,6
102	RECEPCE-ŠATNA					
103	CHODBA					
104	VÝTAH LC MINI DH320					
105	PROSTOR POD SCHODIŠTĚM					

106	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	211,5	25	625	0	3,0
107	KANCELÁŘ	26,5	2	50	0	1,9
108	PÁNSKÉ WC PERSONÁL	10,6	1	50	200	4,7
109	DÁMSKÉ WC PERSONÁL	10,6	1	50	200	4,7
110	TECH. MÍSTNOST + ÚKLID. KOMORA	25,5		0	25	1,0
111	PÁNSKÉ WC	59	6	200	475	3,4
112	PÁNSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ					
113	DÁMSKÉ WC	55,3	3	200	475	3,6
114	DÁMSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ					
115	RESTAURACE	168	15	300	0	1,8
116	KUCHYŇE	57,7	1	100	380	1,7
117	SKLAD	11,9		0	20	1,7
118	ZÁDVEŘÍ	7,8		0	0	0,0
201	HALA	243,2	30	190	220	0,8
204	STUDOVNA					
205	VÝTAH LC MINI DH320					
206	PROSTOR SCHODIŠTĚ					
202	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	238,1	31	775	775	3,3
203	KANCELÁŘ	37,4	2	50	0	1,3
207	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	18,2		0	20	1,1
208	PŘEDSÍŇ	43,2	2	80	0	0,5
209	BYT	128,6				
210	KOUPELNA	22,5	2	100	155	4,4
211	WC	5,8	1	50	70	8,6
212	KOMORA	5,7		0	5	0,9
213	PŘEDSÍŇ	38,4	2	80		0,5
214	BEZBARIÉROVÝ BYT	129,5				
215	BEZBARIÉROVÁ KOUPELNA	31,8	2	150	225	4,7
216	KOMORA	6,1		0	5	0,8
	SUMA 1. NP	953,7		1775	1775	1,9
	SUMA 2. NP	948,5		1475	1475	1,6
	SUMA BUDOVY	1902,2		3250	3250	1,7

4.1.5 Výpočet celkového tepelného výkonu přiváděného vyměňovaným vzduchem

Tepelný výkon přiváděný pomocí vzduchu je roven:

$$Q_{\text{ohr}} = Q_{\text{ohr, vz}} + Q_{\text{ztr}} \quad (4.2)$$

kde

Q_{ohr} je tepelný výkon nutný k celkovému ohřevu vzduchu, ve W

$Q_{\text{ohr, vz}}$ tepelný výkon nutný k ohřevu vzduchu na vnitřní teplotu z teploty vnější, ve W

Q_{ztr} tepelný výkon nutný na pokrytí ztrát místnosti, ve W

$$Q_{\text{ohr, vz}} = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e) \quad (4.3)$$

kde

- V_p je objemový průtok přiváděného vzduchu, v m³/s
 ρ hustota vzduchu při cca 20 °C a 101 325 Pa, $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$
 c měrná tepelná kapacita vzduchu, $c = 1010 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$
 t_i vnitřní návrhová teplota vzduchu v místnosti, ve °C
 t_e vnější návrhová teplota vzduchu, ve °C

$$Q_{\text{ztr}} = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) \quad (4.4)$$

kde

- t_p je teplota přiváděného vzduchu

pak na základě vzorce (4.2):

$$Q_{\text{ohr}} = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e) + V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_e) \quad (4.5)$$

Výpočet celkového výkonu nutného k ohřátí vzduchu bude proveden v rámci návrhů vzduchotechnických jednotek Atrea Duplex Multi, viz příloha č. 14 v programu Atrea Duplex 7.10.076 [30]. Je proveden na základě zadání požadované teploty a množství přiváděného vzduchu a klimatické oblasti.

4.1.6 Návrhový propočet teploty a skutečného objemu přiváděného ohřátého vzduchu

Ze vzorce (4.4) vyplývá:

$$t_p = \frac{Q_{\text{ztr}}}{V_p \cdot \rho \cdot c} + t_i \quad (4.6)$$

Např. pro vytápěný přednášecí sál č. 106 platí:

$$Q_{\text{ztr}} = 1050 \text{ W}, V_p = 625 \text{ m}^3/\text{h} = 625/3600 \text{ m}^3/\text{s} = 0,1736 \text{ m}^3/\text{s}, t_i = 20 \text{ °C}$$

$$t_p = \frac{133 \cdot 3600}{625 \cdot 1,2 \cdot 1010} + 20 = 20,63 \text{ °C}$$

Tabulka 4.4 Návrhová teplota přiváděného vzduchu

ZÓNA č.	OZN.	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	t _i [°C]	ZTRÁTA [W]	PŘIVÁDĚNÝ VZDUCH [m³/h]	ODVÁDĚNÝ VZDUCH [m³/h]	t _p [°C]
1.	101	VSTUPNÍ HALA	20	490	200	0	23,8
	102	RECEPCE-ŠATNA					
	103	CHODBA					
	104	VÝTAH LC MINI DH320					
	105	PROSTOR POD SCHODIŠTĚM					
	108	PÁNSKÉ WC PERSONÁL	15	38	50	200	
	109	DÁMSKÉ WC PERSONÁL		72	50	200	
	110	TECH. MÍSTNOST+ ÚKLID. K.		-56	0	25	
	111	PÁNSKÉ WC	20	235	200	475	
	112	PÁNSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ					
	113	DÁMSKÉ WC					
	114	DÁMSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ					
2.	106	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	20	132	625	0	20,6
3.	107	KANCELÁŘ	20	175	50	0	30,4
4.	115	RESTAURACE	20	434	300	0	26,3
	116	KUCHYNĚ		416	100	380	
	117	SKLAD	15	-100	0	20	
	118	ZÁDVEŘÍ		-21	0	0	
5.	201	HALA	20	720	190	220	31,3
	204	STUDOVNA					
	205	VÝTAH LC MINI DH320					
	206	PROSTOR SCHODIŠTĚ					
	207	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	15	-176	0	20	
6.	202	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	20	315	775	775	21,2
7.	203	KANCELÁŘ	20	257	50	0	35,2
8.	208	PŘEDSÍŇ	20	774	80	0	39,8
	209	BYT					
	211	WC					
	212	KOMORA					
9.	210	KOUPELNA	24	292	100	155	32,7
10.	213	PŘEDSÍŇ	20	943	80	0	55,0
	214	BEZBARIÉROVÝ BYT					
	216	KOMORA					
11.	215	BEZBARIÉROVÁ KOUPELNA	24	359	150	225	31,1
		SUMA (PRŮMĚR) 1. NP		1 867	1775	1775	25,3
		SUMA (PRŮMĚR) 2. NP		3 352	1475	1475	35,2
		SUMA (PRŮMĚR) BUDOVY		5 219	3250	3250	30,2

Teplota přiváděného vzduchu do místnosti by měla být maximálně 42 °C, při vyšších teplotách dochází k nebezpečnému uhelnatění prachových částic [14]. Jako základní teplotu přiváděného vzduchu t_p za návrhových vnějších podmínek do celého vzduchotechnického systému určenému primárně k vytápění určí teplotu 30 °C. Při této teplotě budou prakticky

splněny minimální požadavky na výměnu vzduchu u zóny č. 3, 5 a 11. U ostatních zón je nutné přepočítat objem přiváděného vzduchu tak, aby při teplotě $t_p = 30\text{ °C}$ byla pokryta tepelná ztráta. Tento objem se při snížení požadované teploty t_p zvětší. Naopak v případě prostorů s nižší návrhovou teplotou t_p než 30 °C se objem přiváděného vzduchu o teplotě $t_p = 30\text{ °C}$ zmenší, proto je nutné pro zajištění minimální úrovně větrání navrhnout dva systémy řízeného větrání – jeden pro vytápění i větrání a druhý pro zajištění minimální výměny vzduchu v místnostech, u kterých vyšla návrhová teplota t_p výrazně nižší než 30 °C .

Ze vzorce (4.3) vyplývá:

$$V_p = \frac{Q_{ztr}}{\rho \cdot c \cdot (t_p - t_i)} \quad (4.7)$$

Např. pro zónu č. 1 platí: $Q_{ztr} = 490\text{ W}$, $t_p = 30\text{ °C}$, $t_i = 20\text{ °C}$

$$V_p = \frac{490 \cdot 3600}{1,2 \cdot 1010 \cdot (30 - 20)} = 145,5 [m^3 / h]$$

Tabulka 4.5 Přepočet množství přiváděného vzduchu

ZÓNA č.	OZN.	ÚČEL MÍSTNOSTI	t _i [°C]	ZTRÁTA [W]	PŘIVÁDĚNÝ VZDUCH [m ³ /h]	t _p [°C]
1.	101	VSTUPNÍ HALA	20	490	146	30
	102	RECEPCE-ŠATNA				
	103	CHODBA				
	104	VÝTAH LC MINI DH320				
	105	PROSTOR POD SCHODIŠTĚM				
	108	PÁNSKÉ WC PERSONÁL	38	11		
	109	DÁMSKÉ WC PERSONÁL	72	21		
	110	TECH. MÍSTNOST+ ÚKLID. KOM.	15	-56	0	
	111	PÁNSKÉ WC	20	235	70	
	112	PÁNSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ				
	113	DÁMSKÉ WC		52	15	
114	DÁMSKÉ WC BEZBARIÉROVÉ					
2.	106	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	20	132	39	30
3.	107	KANCELÁŘ	20	175	52	30
4.	115	RESTAURACE	20	434	129	30
	116	KUCHYNĚ		416	124	
	117	SKLAD	15	-100	0	
	118	ZÁDVEŘÍ		-21	0	

5.	201	HALA	20	720	214	30
	204	STUDOVNA				
	205	VÝTAH LC MINI DH320				
	206	PROSTOR SCHODIŠTĚ				
	207	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	15	-176	0	
6.	202	PŘEDNÁŠECÍ SÁL	20	315	94	30
7.	203	KANCELÁŘ	20	257	76	30
8.	208	PŘEDSÍŇ	20	774	230	30
	209	BYT				
	211	WC		91	27	
	212	KOMORA		-115	0	
9.	210	KOUPELNA	24	292	145	30
10.	213	PŘEDSÍŇ	20	943	280	30
	214	BEZBARIÉROVÝ BYT				
	216	KOMORA		-107	0	
11.	215	BEZBARIÉROVÁ KOUPELNA	24	359	178	30
		SUMA (PRŮMĚR) 1. NP	18,6	1867	607	30
		SUMA (PRŮMĚR) 2. NP	20,4	3352	1243	30
		SUMA (PRŮMĚR) BUDOVY	19,5	5219	1850	30

4.1.7 Celkové reálné množství přiváděného a odváděného vzduchu

V místnostech, u kterých došlo ke snížení objemu přiváděného vzduchu o teplotě 30 °C než je požadovaná minimální hygienická úroveň, je nutno zajistit dodatečný přísun vzduchu o teplotě 20 °C.

Tabulka 4.6 Celkové množství přiváděného a odváděného vzduchu

ZÓNA č.	OZN.	t _i [°C]	ztráta [W]	přiváděný vzduch o 30°C [m ³ /h]	hygienický požadavek [m ³ /h]	vzduch o 20°C [m ³ /h]	celkem přívod vzduch [m ³ /h]	odváděný vzduch [m ³ /h]
1.	101	20	490	146	200	54	200	0
	102							
	103							
	104							
	105							
	108	15	38	11	50	39	50	288
	109		72	21	50	29	50	289
	110		-56	0	0		0	50
	111	20	235	70	200	130	200	400
	112							

	113		52	15	200	185	200	400
	114							
2.	106	20	132	39	625	586	625	0
3.	107	20	175	52	50	0	52	0
4.	115	20	434	129	300	171	300	0
	116		416	124	100	0	124	323
	117	15	-100	0	0	0	0	50
	118		-21	0	0	0	0	0
5.	201	20	720	214	190	0	214	265
	204							
	205							
	206							
	207	15	-176	0	0	0	0	50
6.	202	20	315	94	775	681	775	750
7.	203	20	257	76	50	0	76	
8.	208	20	774	230	80	0	230	50,00
	209							50,00
	211		91	27	50	0	27	99
	212		-115	0	0	0	0	50
9.	210	24	292	145	100	0	145	153
10.	213	20	943	280	80	0	280	50
	214							50
	216		-107	0	0	0	0	50
11.	215	24	359	178	150	0	178	308
SUMA 1. NP		18,6	1867	607	1775	1193	1800	1800
SUMA 2. NP		20,4	3352	1243	1475	681	1925	1925
SUMA		19,5	5219	1850	3250	1875	3725	3725

Z důvodů rozčlenění prostoru domu na jednotlivé zóny přívodu vzduchu – zónu přiváděného vzduchu (ZPV), průchozí zónu (PZ) a zónu odváděného vzduchu (ZOV), byly některé objemy vzduchu z tabulky 4.6 sloučeny pro přívod v jednotném místě.

Pozn.: Jednotlivé požadavky na přiváděný vzduch byly v tabulce 4.7 sloučeny a označeny jednotnou barvou polí.

Tabulka 4.7 Zónování a reálné množství přiváděného a odváděného vzduchu

OZN. MÍST.	ÚČEL MÍSTNOSTI	t [°C]	tep. ztráta místnosti či zóny [W]	objem místnosti či zóny [m³]	požadavek na přiváděný vzduch o 30°C [m³/h]	hygienický požadavek na přiváděný vzduch [m³/h]	přiváděný vzduch o 20°C [m³/h]	zónování vzduchu 30°C [m³/h]	zónování vzduchu 20°C [m³/h]	celkem přívod vzduch [m³/h]	celkem odváděný vzduch [m³/h]	výměna vzduchu [h⁻¹]
101	VSTUPNÍ HALA	20	490	309,3	146	200	54	215	185	400	0	1,3
102	RECEPCE-ŠATNA	20										
103	CHODBA	20										
104	VÝTAH LC MINI DH320	20										
105	PROSTOR POD SCHOD.	20										
106	PŘEDNÁŠECÍ SAL	20	132	211,5	39	625	586	37	586	673	0	3,2
107	KANCELÁŘ	20	175	26,5	52	50	0	52	0	52	0	2,0
108	PÁNSKÉ WC PERSONÁL	20	38	10,6	11	50	39	0	39	39	288	27,2
109	DÁMSKÉ WC PERSONÁL	20	72	10,6	21	50	29	0	29	29	289	27,3
110	TECH. MÍSTNOST.	15	-56	25,5	0	0	0	0	0	0	50	2,0
111	PÁNSKÉ WC	20	235	59	70	200	130	0	0	0	400	6,8
112	PÁNSKÉ WC BEZBAR.	20										
113	DÁMSKÉ WC	20										
114	DÁMSKÉ WC BEZBAR.	20	52	55,3	15	200	185	0	185	185	400	7,2
115	RESTAURACE	20	434	168,0	129	300	171	188	171	359	0	2,1
116	KUCHYNĚ	20	416	57,7	124	100	0	65	0	65	323	5,6
117	SKLAD	15	-100	11,9	0	0	0	0	0	0	50	4,2
118	ZÁDVEŘÍ	15	-21	7,8	0	0	0	0	0	0	0	0,0
201	HALA	20	720	243,2	214	190	0	214	0	214	265	1,1
204	STUĐOVNA	20										
205	VÝTAH LC MINI DH320	20										
206	PROSTOR SCHODIŠTĚ	20										
202	PŘEDNÁŠECÍ SAL	20										
203	KANCELÁŘ	20	315	238,1	94	775	681	94	681	775	750	3,3
207	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	15	-176	18,2	0	0	0	0	0	0	50	2,7
208	PŘEDSÍN	20	774	171,8	230	80	0	257	0	257	50	1,5
209	BYT	20									50	
210	KOUPELNA	24	292	22,5	145	100	0	145	0	145	153	6,8
211	WC	20	91	5,8	27	50	0	0	0	0	99	17,1
212	KOMORA	20	-115	5,7	0	0	0	0	0	0	50	8,8
213	PŘEDSÍN	20	943	168	280	80	0	280	0	280	50	1,7
214	BEZBARIÉROVÝ BYT	20									50	
215	BEZBAR. KOUPELNA	24	359	31,8	178	150	0	178	0	178	308	9,7
216	KOMORA	20	-107	6,1	0	0	0	0	0	0	50	8,2
SUMA (PRŮMÉR) 1.NP		19,2	1867	954	607	1775	1193	607	1193	1800	1800	1,9
SUMA (PRŮMÉR) 2.NP		20,2	3352	949	1243	1475	681	1243	681	1925	1925	2,0
SUMA (PRŮMÉR) BUDOVY		19,7	5219	1902	1850	3250	1875	1850	1875	3725	3725	2,0

4.1.8 Technické řešení ohřevu a rozvodů vzduchu

Pro ohřev a výměnu vzduchu byla zvolena z důvodu požadovaných objemů výměny vzduchu koncepce dvou oddělených vzduchotechnických okruhů, z nichž jeden je určený k vytápění prostoru a druhý k jeho větrání. Budou použity vzduchotechnické rekuperační jednotky (VZTJ) Duplex 2500 Multi výrobce Atrea [30]. Bude se tedy jednat o dvouzónový systém rovnotlakého větrání ($V_p = V_o$).

VZTJ 1 okruhu č. 1 bude sloužit k vytápění a ohřevu vzduchu na 30 °C, bude se jednat o podstropní provedení jednotky. Ta bude napojena na vzduchové podlahové kanály 50 x 200 mm rozvodu ohřátého vzduchu do jednotlivých přívodních zón budovy. Budou použity systémové prvky rozvodů výrobce Atrea, AZ Klima [31] či Multivac [32]. K odvodu odpadního vzduchu z 1. NP do VZTJ 1 bude použit podstropní systém nerezových ocelových

trub. Okruh VZTJ 1 s uvedenými jednotlivými součástmi a zobrazením uložení vzduchotechnického rozvodu viz výkresy 2.02 a 2.03.

VZTJ 2 okruhu č. 2 bude sloužit k požadovanému dodatečnému větrání vybraných prostorů. Tento okruh je tvořen ocelovými nerezovými troubami umístěnými pod stropy. Odpadní vzduch do VZTJ 2 bude odváděn z 2. NP. Okruh VZTJ 2 s uvedenými jednotlivými součástmi a definicí uložení vzduchotechnického rozvodu viz výkresy 2.04 a 2.05.

Technické a výkonové parametry a způsob regulace vzduchotechnických jednotek zpracovaných pomocí softwaru volně poskytovaným firmou Atrea – Atrea Duplex 7.10 viz příloha č. 14.

4.1.9 Tlakové ztráty rozvodů vzduchu a jejich dimenzování

Tlakové ztráty rozvodů vzduchu jsou dány součtem ztrát třením v potrubních rozvodech a ztrát místních odporů různých tvarovek rozvodů [15].

$$\Delta p_z = \Delta p_t + \Delta p_m \quad (4.8)$$

kde

Δp_z je celková tlaková ztráta, v Pa

Δp_t je tlaková ztráta vlivem tření, v Pa

Δp_m je tlaková ztráta vlivem působení místních odporů, v Pa

$$\Delta p_t = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \quad (4.9)$$

kde

λ je součinitel tření (-)

l délka úseku potrubí, v m

d průměr potrubí či ekvivalentní průměr čtyřhranného potrubí, v m

ρ hustota vzduchu, při cca 20 °C a 101 325 Pa, $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$

w střední rychlost vzduchu, v m/s

$$d = \frac{2a \cdot b}{a + b}$$

kde

a, b jsou strany čtyřhranného potrubí, v m

Je také užívána hodnota měrné tlakové ztráty R , v Pa/m, která je závislá na objemovém průtoku vzduchu a bývá uváděna výrobcí trub či v literatuře [15]:

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \quad (4.10)$$

Tlaková ztráta vlivem působení místních odporů je rovna

$$\Delta p_m = \Sigma \xi \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \quad (4.11)$$

kde

ξ je součinitel místního odporu (-), který je určen experimentálně pro jednotlivé druhy místních odporů a je uveden v literatuře [15].

Samotné dimenzování vzduchových rozvodů bylo provedeno metodou stálého tlakové spádu [15], jež spočívá v rovnovážném udržení tlakových ztrát vybrané hlavní větve rozvodů a všech bočních větví od místa rozdělení. Obecně také platí, že by s klesající velikostí průtoku vzduchu měla klesat i rychlost vzduchu. Dimenzování jednotlivých okruhů je uvedeno v příloze č. 14. Toto dimenzování je provedeno pro odvod vzduchu okruhu č. 1 a pro celý okruh č. 2. Přívod ohřátého vzduchu okruhu č. 1 podlahovými kanály je nutné regulovat regulačními vložkami výrobce Atrea vloženými do rozdělovacích komor kanálů. Tuto regulaci provádí pověřený technik firmy na základě odborného měření průtoků v těchto kanálech. Pro zjištění tlakových ztrát jednotlivých prvků kanálových rozvodů byly použity podklady firmy Atrea uvádějící tlakové ztráty na jednotlivých prvcích rozvodů v závislosti na objemovém průtoku vzduchu prvkem. Byly také vypočítány předpokládané tlakové ztráty, jež bude nutné nastavit na regulačních vložkách tak, aby tlaková ztráta na potrubních kanálech byla rovnovážná a odpovídala předpokládaným objemovým průtokům vzduchu.

Tlaková ztráta nejdelší a nejkomplikovanější hlavní větve, která má nejvyšší tlakovou ztrátu, určuje celkový tlak, který musí vyvinout ventilátor vzduchotechnické jednotky [15].

4.1.10 Zvlhčování vzduchu

Přípustná relativní vlhkost vnitřního vzduchu by se měla pohybovat od 30 do 70 % [6]. Celkový parní výkon za návrhových podmínek pro dosažení min. relativní vlhkosti 40 % pro zvlhčení veškerého přiváděného vzduchu je až 23 kg/h, viz psychometrické diagramy v rámci přílohy č. 14. Jelikož VZTJ Duplex Multi nenabízí dovlhčování vzduchu a při ohřevu

vzduchu za návrhových podmínek jeho relativní vlhkost klesne až na 3 %, je řešeno dovlhčení vzduchu osazením zvlhčovacích jednotek CAREL compact Steam [33] o parním výkonu 3,2 kg/h. Jedná se však o provozně energeticky velmi náročné zařízení o příkonu až 2,36 kW, proto budou osazeny jen do prostorů dlouhodobého pobytu uživatelů – do učeben a bytů, u restaurace se předpokládá určitá míra produkce vlhkosti z kuchyně. Celkově budou osazeny 4 kusy.

4.2 ZDROJ TEPLA

4.2.1 Výběr zdroje tepla a jeho odůvodnění

Jako zdroj tepla bylo zvoleno tepelné čerpadlo voda-voda, které bude pokrývat výkon nutný k ohřátí vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách a také výkon nutný k ohřevu teplé vody. Systém voda-voda byl zvolen z důvodu nejvyšší účinnosti při použití podzemní vody a předpokládané bohaté dostupnosti vody poblíž vodní plochy Slezská Harta. Tzv. topný faktor – COP (coefficient of performance), jež udává podíl tepelného výkonu získaného z tepelného čerpadla vůči příkonu je u tohoto systému zpravidla nejvyšší [16].

$$COP_{TČ} = \frac{\Phi_k}{P_k} \quad (4.12)$$

kde

Φ_k je tepelný tok kondenzátoru tepelného čerpadla, ve W

P_k je příkon tepelného čerpadla, ve W

4.2.2 Návrh výkonu a pokrytí potřeby tepla budovy

Aby účinnost TČ byla co nejvyšší, bude TČ produkovat otopnou vodu o teplotě 45 °C. Čím je teplota otopné vody nižší, tím je topný faktor vyšší. To ovšem omezuje i výšku teploty TV v zásobníku TV, která také bude pouze cca 45 °C. Pro ohřev vzduchu v VZTJ je výrobcem doporučena teplota 45 °C, max. 50 °C. Maximální výkon předpokládaný k ohřevu vzduchu na 30 °C ve vzduchotechnické jednotce č. 1 je 9,4 kW, ve VZTJ č. 2 ohřívající vzduch pouze na 20 °C je to 2,9 kW a pro ohřev teplé vody 1,5 kW. Celkově tudíž výkon zdroje tepla by měl být min. 13,8 kW. Z hlediska energetické efektivity pokrytí tepelné ztráty

výkonem tepelného čerpadla je žádoucí, aby tepelné čerpadlo bylo navrženo na 50 – 75 % výpočtové tepelné ztráty objektu a zbytek byl zajištěn doplňkovým dohřevem, např. elektrinou jen ve výjimečných špičkách odběru. Výpočtová ztráta, která je počítána pro extrémní stav prostředí (-18 °C na bruntálsku), totiž nastává jen v méně než v 1 % dní otopného období [17]. Tato skutečnost vede k tomu, že v případě užití TČ k pokrytí celé výpočtové ztráty je výkon TČ po drtivou část otopného období předimenzovaný, což mj. vede k vyššímu zapínání a vypínání TČ, protože výkon TČ nelze zpravidla regulovat, a vyššímu opotřebení TČ. Je proto nutné navrhnout bivalentní provoz TČ. Z hlediska využití podmínek snížené sazby elektriny na TČ (sazba D 56d), je nutné aby tepelnou ztrátu objektu TČ krylo min. ze 60 %.

Výkon potřebný k provozu VZTJ = 12,3 kW · 0,6 = 7,38 + 1,5 kW (ohřev vody) = 8,88 kW. Navrhují bivalentní tepelné čerpadlo firmy PZP s.r.o. typ HP3WW10E [34] o výkonu 9,1 kW za podmínky W10/W45 (teplota vody primárního zdroje 10 °C, teplota vody sekundární vody 45 °C) a příkon $P_k = 2,2$ kW. Integrální součástí tohoto TČ je elektrokotel ve standardu 3 x 4,5 kW, přičemž v případě nedostatečného výkonu kondenzátoru TČ jsou zapnuty dva stupně elektrokotle, tj. až 9 kW, třetí stupeň lze použít jen v případě havárie kondenzátoru TČ a je záložním zdrojem. Návrh a technické parametry TČ a jeho zapojení viz příloha č. 15 a výkres č. 2.06.

Vnější teplota bivalence při které bude zapnut dodatečný zdroj tepla je určena na základě lineární extrapolace. Při vnější teplotě -18 °C je požadovaný výkon VZTJ 12,3 kW, při 20 °C je to 0 kW. Platí tudíž rovnice:

$$t_b = -380/123 \cdot Q_{\max TČ} + 20 \quad (4.13)$$

kde

t_b je teplota bivalence, v °C

$Q_{\max TČ}$ je maximální výkon TČ

Při $Q_{\max TČ} = 9,1$ kW je $t_b = -8$ °C Při vnější teplotě -8 °C a nižší bude zapnut elektrokotel TČ. Jmenovitý výkon TČ je na úrovni 74 % procent požadovaného výkonu VZTJ.

4.2.3 Zdroj primárního tepla a jeho vlastnosti

Pro získávání primárního tepla z prostředí bude vyvrtána studna, viz výkres 2.07. Podzemní voda, oproti povrchové vodě, vzduchu i zemině poskytuje velmi stabilní a díky své relativně vysoké teplotě vydatný zdroj energie se zanedbatelným kolísáním. V hloubce 15 m má voda teplotu 10 °C ± 1 °C po celý rok. Pro výpočet teploty studniční vody platí [16]:

$$\theta_w = \theta_s + (1 + k_g \cdot z) \quad (4.14)$$

kde

θ_s je průměrná teplota vzduchu v dané lokalitě, ve °C

k_g geotermální teplotní gradient v dané lokalitě, ve K/m, jehož přibližná hodnota je 0,03 K/m

z hloubka zdroje podzemní vody, v m

V případě umístění budovy na bruntálsku s průměrnou teplotou vzduchu $\theta_{e,m} = 6,6$ °C při hloubce čerpání vody v 15 m činí $\theta_w = 8,05$ °C.

Potřebné množství vody, v m³/h se určí z požadovaného výkonu na výparníku [17]:

$$V_v = \frac{3600 \cdot Q_v}{\rho \cdot c \cdot (t_{v1} - t_{v2})} \quad (4.15)$$

kde

Q_v je požadovaný výkon na výparníku, ve W, $Q_v = \Phi_k - P_k$

ρ hustota vody při 10 °C, $\rho = 999,7$ kg/m³

c měrná tepelná kapacita vody, $c = 4180$ J/kg · K

$t_{v1}-t_{v2}$ vychlazení čerpané vody primárního okruhu, s ohledem na riziko zamrzání by měly být návrhové hodnoty max. 4 K

K vyvrtání studny je nutný hydrogeologický posudek a po vyvrtání je nutno provést zkoušku vydatnosti vody po dobu cca 14 týdnů [17].

Při výkonu TČ 9,1 kW a příkonu 2,2 kW činí $V_v = 1,49$ m³/h. Doporučený průtok výrobcem TČ je až 2,4 m³/h (viz příloha č. 15).

Primární okruh TČ se bude sestávat ze studny (viz výkres 2.07), čerpadla Elpumps BP10 (viz příloha 15) [35], přívodu vody pomocí hadice HDPE 32x3 a odvodu vody do blízké přehrady (viz výkres situace 1.01).

4.3 DOPLŇKOVÝ ZDROJ ENERGIE – FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM

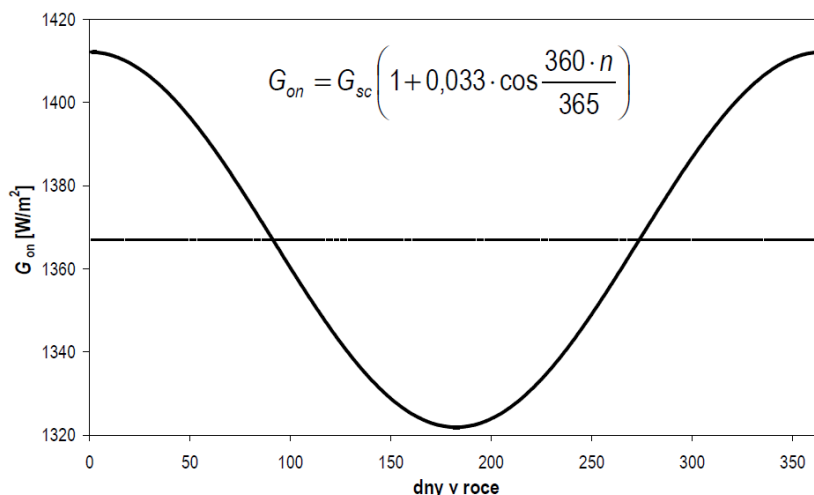
Jako dodatečný zdroj energie budou využity fotovoltaické panely, které budou umístěny na předsunuté části jižní střechy, která v létě bude chránit vnitřní prostory budovy stínem. Využití fotovoltaických panelů sníží spotřebu celkové primární energie nutné k provozu budovy, zajistí objektu využívajícímu elektrickou energii k provozu i vytápění

určitou míru energetické soběstačnosti, a také využije státní dotační podpory provozu fotovoltaických panelů.

4.3.1 Slunce jako zdroj energie

Kromě geotermální energie zemského jádra je Slunce primárním zdrojem veškeré energie na naší planetě. Slunce produkuje energii ve svém jádru při jaderné fúzi jader atomů vodíku na jádra atomů hélia za vysokých teplot a tlaků. Celkový tok vyzařované energie je až $3,85 \cdot 10^{26}$ W, povrchová teplota je 5700 K, hustota zářivého toku energie na povrchu Slunce je $6 \cdot 10^7$ W/m². Stáří Slunce je odhadováno dle množství vyprodukovaného hélia na 5 miliard let a předpokládá se, že jaderná fúze bude probíhat ještě dalších cca 5 – 10 miliard let. S rostoucí vzdáleností od Slunce se zářivý výkon rozptyluje na větší plochu a na planetu Zemi dopadá zářivý tok cca $7,7 \cdot 10^{17}$ W.

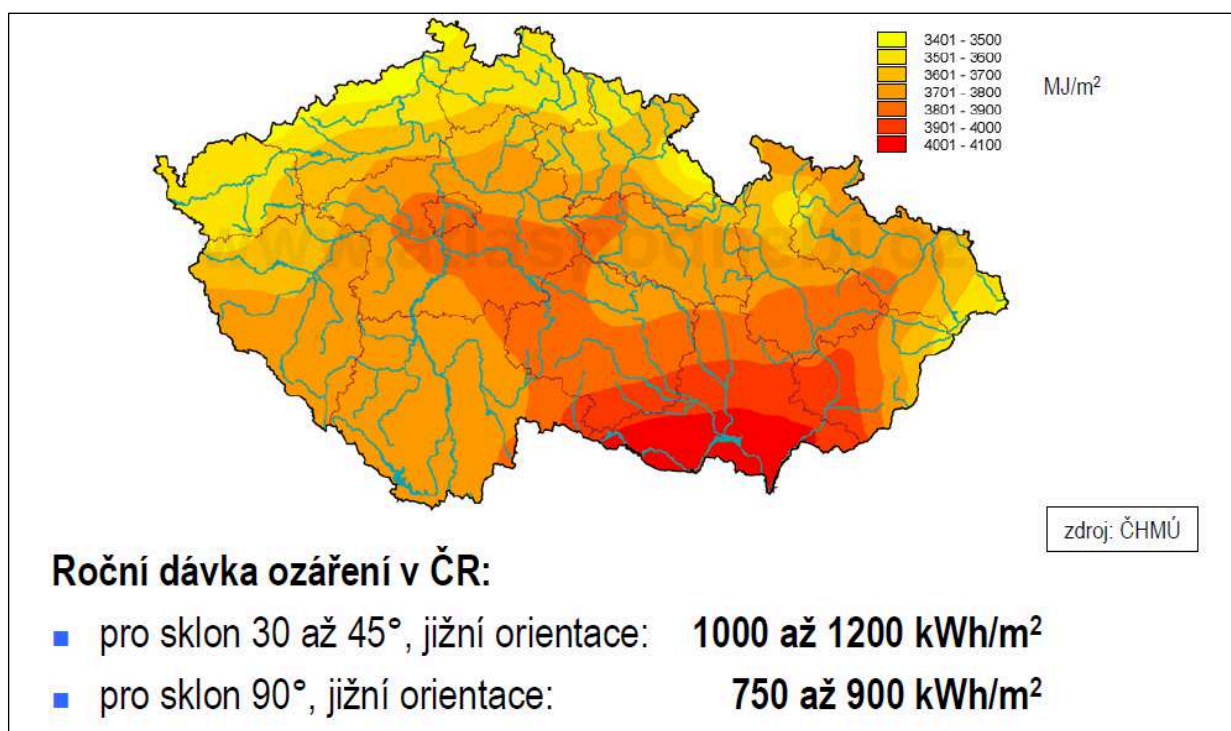
Střední roční hodnota zářivého toku sluneční energie, která dopadá kolmo na jednotku plochy na úrovni vnějšího povrchu atmosféry při průměrné vzdálenosti mezi Sluncem a Zemí, se nazývá sluneční konstanta a její hodnota byla ustanovena Světovou meteorologickou organizací (WMO) $G_{sc} = 1367$ W/m². Zářivý tok se mění v průběhu roku vlivem proměnlivé vzdálenosti Slunce – Země (eliptická dráha Země kolem Slunce), změna vzdálenosti $\pm 1,7$ %, změna zářivého toku $\pm 3,3$ % [17].



Obr. 4.1 Změna toku slunečního záření dopadající na vnější povrch atmosféry

Na samotný povrch Země dopadne méně sluneční energie. Část je odražena od atmosféry (34 %) a část pohlcena v atmosféře (19 %). Na zemský povrch dopadne 47 % této energie. Z toho se 14 % odrazí ve formě tepelného záření od zemského povrchu zpět a tvoří tzv. energii prostředí, 23 % je spotřebováno na vypařování vody v oceánech a mění se

v energii vody, dále 10 % na proudění vzduchu – větrná energie, pro biologické reakce – energie biomasy je využito pouze 1 ‰ této dopadající energie [17].



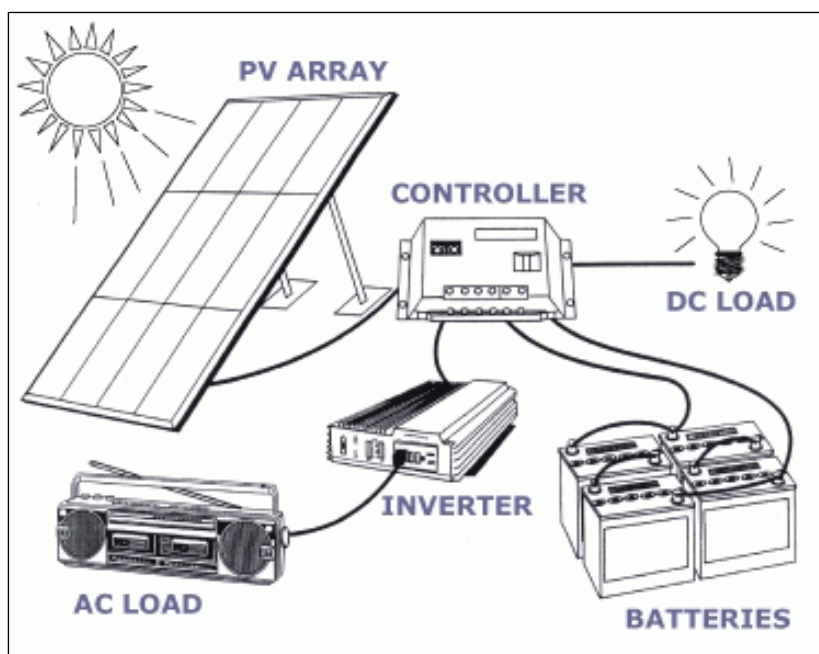
Obr. 4.2 Roční dávka ozáření v ČR

4.3.2 Fotovoltaické články, panely a systémy

Fotovoltaické (FV) články fungují na základě fotovoltaického jevu, jenž objevil fyzik Alexandre Edmond Becquerel. První fotovoltaický článek byl sestaven Charlesem Frittem v roce 1883, měl však pouze jednaprocentní účinnost. Moderní podoba článků se zrodila v roce 1954 v Bell Laboratories (USA). V rámci experimentů s tzv. dopovaným křemíkem byla objevena jeho vysoká citlivost na osvětlení a byl vytvořen FV článek s účinností kolem 6 %. Článek je v podstatě polovodičová dioda o velké ploše tvořená křemíkovou destičkou, která se obohacuje fosforem pro vytvoření polovodičového P-N přechodu a dále se nanáší vodivé spoje vytvářející uzavřený obvod. Při osvětlení článku dopadající částice světla, tzv. fotony předají svou energii elektronům, jež se uvolní z krystalové mřížky křemíku a vzniká elektrické napětí. Jeden solární článek o rozměrech cca 12 x 12 cm dokáže při max. výkonu vytvořit napětí 0,5 V a elektrický proud až 3 A. Články se vodivě spojují a skládají do fotovoltaických panelů. V jednom solárním panelu je běžně 36 článků o výstupním napětí 12 V nebo 72 článků o napětí 24 V. Výkon solárního článku závisí na intenzitě ozáření, úhlu

dopadu světla, na spektru světla a teplotě článku. S rostoucí intenzitou dopadajícího světla elektrický výkon solárního článku roste, s jeho rostoucí teplotou však naopak klesá, při zvýšení teploty o 10 °C dojde k poklesu výkonu o 4 %. Výkon fotovoltaických článků či panelů je udáván v jednotkách Wp, z anglického watt peak – špičková hodnota, ta je měřena za standardizovaných podmínek. Obvyklá účinnost se pohybuje mezi 14 – 16 %. Články se vyrábí buď technologií tenkých vrstev, technologií tlustých vrstev, které mohou využít křemíku ve formě jednoho velkoplošného krystalu, nebo křemíku ve formě polykrytalického nebo nekřemíkovými technologiemi.

Fotovoltaické panely se zapojují do fotovoltaických systémů. Nejjednodušší FV systém sestává z FV panelu přímo spojeného se spotřebičem. FV systémy se rozdělují na systémy autonomní, které fungují nezávisle na rozvodné elektrické síti (ostrovní systémy), nebo mohou být přímo spojené s rozvodnou sítí. Součástí FV systému musí být střídač (měnič) napětí, jenž převádí stejnosměrné napětí na střídavé. Takto získané napětí je poté možno transformovat na požadovanou výstupní hodnotu. V případě použití akumulátorů jako způsobu uchovávání energie u ostrovních systémů je součástí regulátor nabíjení sloužící k řízenému dobíjení a ochraně akumulátorů proti přebíjení proudem a jsou prostředníkem mezi panely a akumulátory.



Obr. 4.3 Součásti fotovoltaického systému

4.3.3 Státní podpora produkce elektřiny ze Slunce

Dle současné legislativy ČR dané zákonem č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie, jsou pro produkci elektrické energie z fotovoltaických elektráren možné dva programy podpory garantované po dobu 20 let. Jedná se o program zelený bonus na elektřinu, který se dále dělí na hodinový zelený bonus na elektřinu a roční zelený bonus na elektřinu, nebo program garantovaných výkupních cen elektřiny [18].

Roční zelený bonus na elektřinu – platí pro výrobu elektřiny s instalovaným výkonem do 100 kW. Je stanoven v Kč na MWh vyrobené elektřiny. Producent může elektřinu buď sám zkonsumovat, nebo prodat za tržní cenu do distribuční soustavy za cenu, kterou si sám dohodne. Bonus vyplácí OTE (Operátor trhu s elektřinou) na základě předložených výkazů. Výše bonusu je každoročně zveřejněna v cenovém rozhodnutí Energetického regulačního úřadu (ERU) [19].

Tabulka 4.8 Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření [19]

ř./sl.	Druh podporovaného zdroje (výrobný)	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výrobný [kW]		Jednotarifní pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)	Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
	a	b	c	d	e	f	g
500	Výroba elektřiny využitím slunečního záření	-	31.12.2005	-	-	7 273	6 343
501		1.1.2006	31.12.2007	-	-	15 260	14 330
502		1.1.2008	31.12.2008	-	-	14 882	13 952
503		1.1.2009	31.12.2009	0	30	13 964	13 414
504		1.1.2009	31.12.2009	30	-	13 862	12 932
505		1.1.2010	31.12.2010	0	30	13 005	12 455
506		1.1.2010	31.12.2010	30	-	12 903	11 973
507		1.1.2011	31.12.2011	0	30	7 803	7 253
508		1.1.2011	31.12.2011	30	100	6 141	5 211
509		1.1.2011	31.12.2011	100	-	5 723	4 793
510		1.1.2012	31.12.2012	0	30	6 284	5 734
511		1.1.2013	30.6.2013	0	5	3 410	2 860
512		1.1.2013	30.6.2013	5	30	2 830	2 280
513		1.7.2013	31.12.2013	0	5	2 990	2 440
514		1.7.2013	31.12.2013	5	30	2 430	1 880

V navrhované budově bude využit program ročního zeleného bonusu na výrobu elektřiny, který je z hlediska návratnosti nejvýhodnější, jelikož při jeho využití je ušetřeno na nákupu elektřiny a zároveň je vyplácena podpora. Bude instalován výkon fotovoltaického

systému do 5 kW, pro který je nejvýhodnější podpora v úrovni 2440 Kč/MWh v období od 1. 7. 2013 do 31. 12. 2013. Instalovaný výkon do 5 kW je navíc výhodný z hlediska nižších investičních nákladů, a také nebude nutné vyjednávat prodej přebytků elektřiny, protože tento výkon bude zcela využit v budově.

4.3.4 Technické řešení fotovoltaického systému

Fotovoltaický systém bude tvořen 21 kusy FV panelů SunOwe SF 156x156-60-P230 polykrystal [36] se špičkovým výkonem 230 Wp a o účinnosti 15 %. Celkový špičkový výkon soustavy tedy bude 4830 Wp. Panely jsou upevněny v pevném hliníkovém rámu s odvodňovacími otvory. K uložení panelů na střechu jsou využity systémové prvky distribuované firmou Solartec – hliníkové nosníky panelů – profily 40 x 45 mm, spojky a šrouby. Jako střídač bude využit třífázový síťový střídač Fronius IG Plus 120V-3, dále bude použita kabeláž AC/DC, konektory a rozváděč [36]. Technické parametry použitých prvků viz příloha č. 16.

4.3.5 Výpočet získané energie

Na základě zpracování v softwaru Energie 2013 bylo vypočítáno, že systém vyprodukuje cca 5,9 MWh/rok. Výpočet viz příloha č. 10.

Aby výpočet byl ale přesnější, byl použit i výpočetní nástroj Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) poskytovaným on-line [37] Institutem pro energii a transport (Institute for Energy and Transport – IET) při evropské komisi. Na základě této aplikace vyšla roční produkce elektřiny o něco nižší: 4440 kWh/rok. Výsledky výpočtu viz příloha č. 16.

4.4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ – POROVNÁNÍ INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

Jsou porovnány investiční a provozní náklady na navrhovaný otopný systém a zjištěna prostá návratnost oproti jiným druhům zdrojů tepla. Je také zjištěna prostá návratnost fotovoltaického systému. Tyto výpočty jsou vypracovány na základě informací o cenách od jednotlivých výrobců součástí otopného systému, a také pomocí odhadu cen alternativních

systémů. Pomocí výpočtového nástroje k porovnání různých zdrojů tepla [20] poskytovaném na webových stránkách www.tzb-info.cz byly vypracovány dvě verze porovnání různých zdrojů tepla z hlediska investičních a provozních nákladů. Jedna verze srovná systém tvořený TČ a odhadovanými náklady na sekundární okruh vytápění otopnými tělesy s jinými zdroji tepla, bez uvažování řízeného větrání a rekuperace vzduchotechnickými jednotkami. S vědomím, že je však pro splnění podmínek nízkoenergetické výstavby a hygienických standardů větrání nutné vzduchotechnickou jednotku instalovat, bude v druhé verzi k navrhovaným hodnotám alternativních zdrojů tepla připočtena cena jedné VZTJ a odhadované náklady na další příslušenství. Smyslem tohoto srovnání verzí je také odhadnutí efektivity investice do vzduchotechnické soustavy.

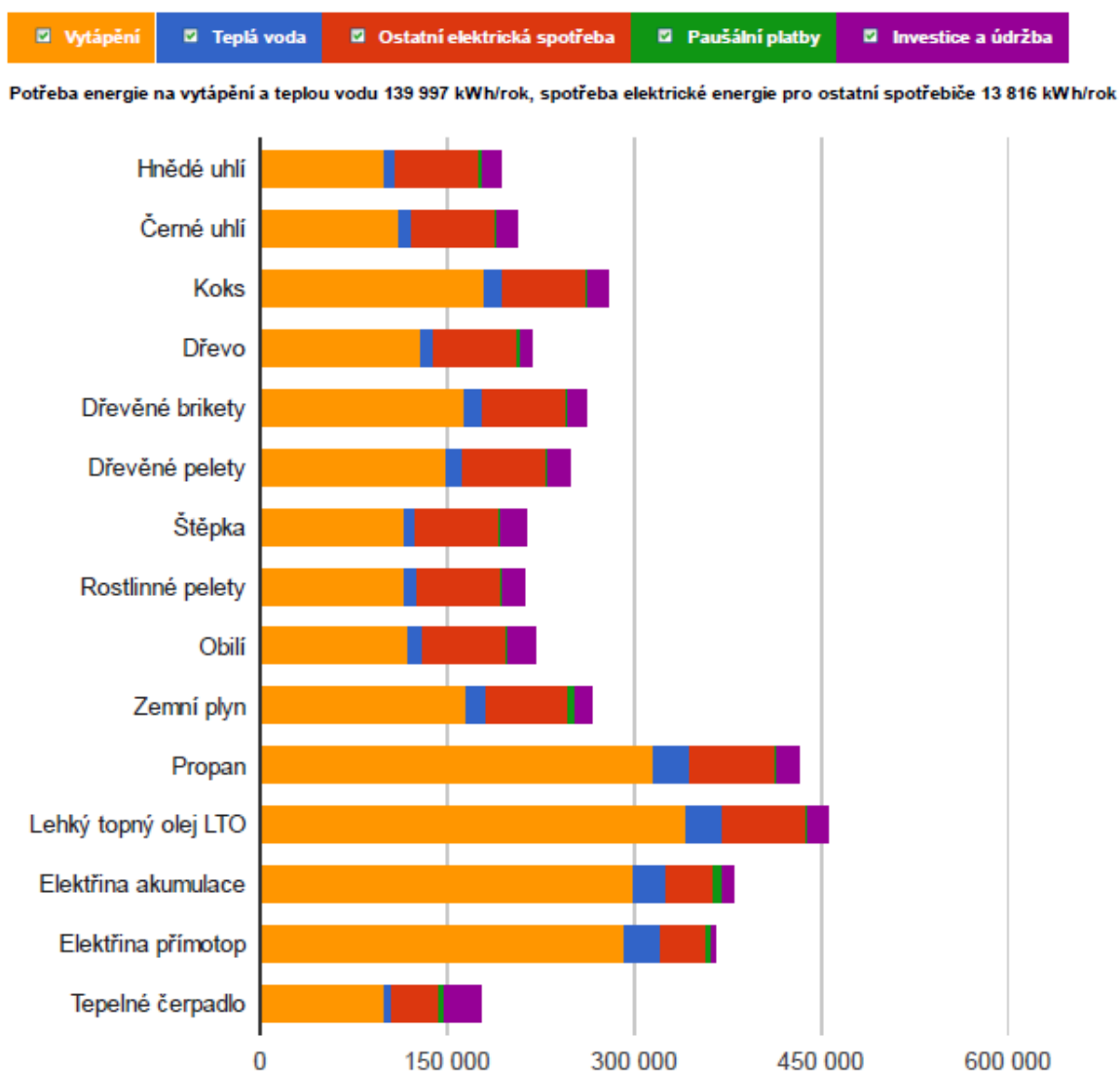
Výpočet ve výpočetním nástroji na stránkách www.tzb-info.cz [20] umožňuje srovnat různé alternativy zdrojů tepla. To provádí na základě zadání umístění plánovaného domu, vypočítané tepelné ztráty, zadání tvarových charakteristik domu (plocha vytápěných podlaží určená z vnějších rozměrů, objem určený z vnějších rozměrů), charakteristiky spotřeby energií a procenta rekuperace tepla z větraného vzduchu. Ceny energií jsou v tomto výpočtovém nástroji zadány a pravidelně aktualizovány, investiční a provozní náklady jsou určeny v relaci k zadané vytápěné ploše a objemu domu. Tento nástroj neumožňuje přesnou kalkulaci navrhovaného systému v relaci k přesným kalkulacím alternativních systémů, umožňuje však vcelku přesné relativní srovnání různých systémů na základě dlouhodobých zkušeností tvůrců tohoto výpočtového nástroje s investičními a provozními náklady. Jelikož tento nástroj přímo neumožňuje zadat objem nuceného větrání, ale pouze intenzitu výměny vzduchu v relaci k zadanému objemu budovy, bylo nutno vypočítat tepelnou ztrátu objektu se zadanou intenzitou přirozeného větrání ekvivalentní nucenému větrání vzhledem k navrhovanému objemu výměny vzduchu a objemu budovy. Tato tepelná ztráta při výměně $n = 1,4 \text{ h}^{-1}$ vzhledem k zadanému objemu budovy činí 57,9 kW. Náklady jsou srovnávány se zahrnutou DPH, protože výpočtový nástroj pracuje s cenami energií a investičních nákladů s DPH.

4.4.1 Srovnání investičních a provozních nákladů otopného systému bez rekuperace tepla z větraného vzduchu

Do výpočtového nástroje byly zadány hodnoty investičních nákladů na navrhovaný otopný a větrací systém sestávající z tepelného čerpadla PZP HP3WW10E, akumulční nádoby ANK 340, zjištěné od výrobců těchto prvků a odhadů nákladů na primární okruh TČ.

U sekundárního okruhu TČ a ostatních parametrů investičních a provozních nákladů byly ponechány automaticky generované návrhové hodnoty nákladů. S rekuperací tepla z větraného vzduchu není počítáno.

Při zadaných podmínkách je z hlediska celkových nákladů na energie i počáteční investice nejlevnější provoz budovy s tepelným čerpadlem: 178 288 Kč/rok, přestože má nejvyšší investiční a provozní náklady, které vycházejí vzhledem k zadaným životnostem na 30 685 Kč/rok. U druhého nejlevnějšího zdroje tepla – automatického kotle na hnědé uhlí stojí celkový roční provoz 193 244 Kč/rok.



Obr. 4.4 Porovnání celkových ročních nákladů na jednotlivé zdroje tepla

Tabulka 4.9 Skladba investiční a provozní ceny navrhovaného systému s TČ

Prvek otopného systému tepelného čerpadla	Investiční a provozní náklady bez DPH [Kč]	Investiční a provozní náklady s 21% DPH [Kč]	Životnost [rok]	Investiční a provozní náklady [Kč/rok]	Celkový provoz systému [Kč/rok]
TČ HP3WW10E	186000	225060	15	15004	178288
AKUNÁDOBA ANK340	31990	38708	15	2581	
PRIMÁRNÍ OKRUH TČ	50000	60500	20	3025	
SEKUNDÁRNÍ OKRUH TČ	150000	181500	20	9075	
SERVIS A ÚDRŽBA	826	1000	1	1000	
SUMA	418816	506768		30685	

Tabulka 4.10 Skladba investiční a provozní ceny druhého provozně nejlevnějšího systému a prostá návratnost investičních vícenákladů

Nejlevnější alternativní zdroj tepla - automatický kotel na hnědé uhlí	Investiční a provozní náklady bez DPH [Kč]	Investiční a provozní náklady s 21% DPH [Kč]	Životnost [rok]	Investiční a provozní náklady [Kč/rok]	Celkový provoz systému [Kč/rok]
PROHLÍDKA KOMÍNU	661	800	1	800	193244
SERVIS A ÚDRŽBA	826	1000	1	1 000	
ZDROJ TEPLA	46281	56000	15	3 733	
OTOPNÝ SYSTÉM	99174	120000	20	6 000	
KOMÍN	40496	49000	30	1 633	
SKLAD PALIVA	74380	90000	30	3 000	
SUMA	261818	316800		16 167	

UŠETŘENO V ROČNÍCH PROVOZNÍCH NÁKLADECH = 193244 - 178288 =	14956 Kč/rok
---	--------------

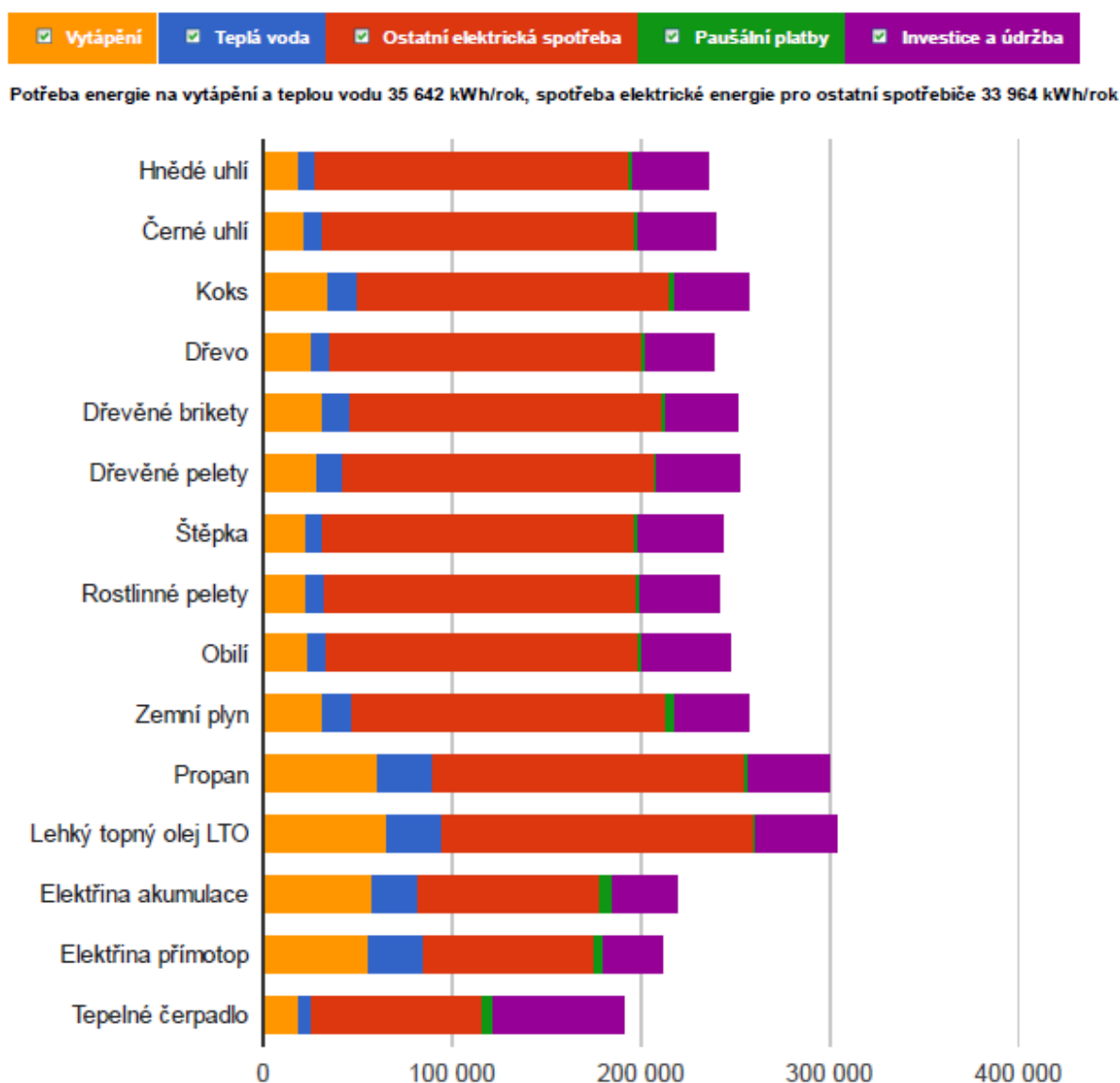
ROZDÍL V INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADECH = 506768 - 316800 =	189968 Kč
--	-----------

PROSTÁ NÁVRATNOST = 250468 / 7898 =	12,7 let
-------------------------------------	-----------------

Prostá návratnost investičních nákladů navrhovaného systému s TČ oproti druhému provozně nejlevnějšímu systému s automatickým kotlem na hnědé uhlí, je cca 13 let provozu. Po této době dochází k ušetření celkových nákladů na systém s TČ. Ve vztahu k dalším systémům zobrazeným na obr. 4.4 je tato doba ještě kratší. Zadání a výsledky porovnávacího výpočtu viz příloha č. 17.

4.4.2 Srovnání investičních a provozních nákladů otopného systému včetně rekuperace tepla z větraného vzduchu a zahrnutí nákladů na VZTJ u ostatních srovnávaných zdrojů tepla

Do výpočtového nástroje byly zadány hodnoty investičních nákladů na navrhovaný otopný a vzduchotechnický systém sestávající ze dvou VZTJ Atrea Duplex Multi 2500, tepelného čerpadla PZP HP3WW10E, akumulární kombinované nádoby ANK 340, zjištěné od výrobců těchto prvků a odhadů nákladů na primární okruh TČ, sekundární okruh TČ a vzduchotechnické rozvody VZTJ. Dále byly k navrhovaným nákladům na OS alternativních zdrojů tepla nabízených výpočtovým nástrojem [20] přičteny náklady na jednu VZTJ a odhadnuté náklady na rozvody vzduchu. Poté byly tyto náklady porovnány.



Obr. 4.5 Porovnání celkových ročních nákladů na jednotlivé zdroje tepla

Nejlevnější provoz opětovně vykazuje systém s tepelným čerpadlem, je to 191 749 Kč/rok. Druhý nejlevnější systém jsou podlahové přímotopné elektrické plochy s 211 638 Kč/rok. Při srovnání systému se vzduchotechnickými větracími jednotkami se systémem bez nich se ukazuje, že u navrhovaného systému vytápění a větrání je provoz dražší o 13 461 Kč/rok oproti odhadu na provoz systému s TČ řešeným v předchozí stati 4.4.1. Je nutno ale uvážit, že z hlediska hygienických požadavků na výměnu vzduchu, jež je nutno splnit zejména v prostorách, kde dochází k většímu shromažďování osob, nemá řízené větrání alternativu.

Tabulka 4.11 Skladba investiční a provozní ceny navrhovaného systému s TČ

Prvek otopného systému tepelného čerpadla	Investiční a provozní náklady bez DPH [Kč]	Investiční a provozní náklady s 21% DPH [Kč]	Životnost [rok]	Investiční a provozní náklady [Kč/rok]	Celkový provoz systému [Kč/rok]
VZTJ1 Duplex 2500 Multi	226220	273726	15	18248	191749
VZTJ2 Duplex 2500 Multi	244460	295797	15	19720	
ROZVODY VZTJ1	80000	96800	20	4840	
ROZVODY VZTJ2	60000	72600	20	3630	
TČ HP3WW10E	186000	225060	15	15004	
AKUNÁDOBA ANK340	31990	38708	15	2581	
PRIMÁRNÍ OKRUH TČ	50000	60500	20	3025	
SEKUNDÁRNÍ OKRUH TČ	40000	48400	20	2420	
SERVIS A ÚDRŽBA	1240	1500	1	1500	
SUMA	919910	1113091		70968	

Tabulka 4.12 Skladba investiční a provozní ceny druhého provozně nejlevnějšího systému a prostá návratnost investičních vícenákladů

Nejlevnější alternativní zdroj tepla - podlahové přímotopné elektrické plochy	Investiční a provozní náklady bez DPH [Kč]	Investiční a provozní náklady s 21% DPH [Kč]	Životnost [rok]	Investiční a provozní náklady [Kč/rok]	Celkový provoz systému [Kč/rok]
VZTJ Duplex 2500 Multi	244460	295797	15	19 720	211638
ROZVODY VZTJ	80000	96800	20	4 840	
SERVIS A ÚDRŽBA	826	1000	1	1 000	
ZDROJ TEPLA	99174	120000	20	6 000	
SUMA	424460	513597		31 560	

UŠETŘENO V ROČNÍCH PROVOZNÍCH NÁKLADECH = 211638-191749 =	19889	Kč/rok
---	-------	--------

ROZDÍL V INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADECH =1113091-513597=	599494	Kč
---	--------	----

PROSTÁ NÁVRATNOST = 599494 / 19889	30,1	Let
------------------------------------	-------------	-----

Z výpočtu prosté návratnosti je zřejmé, že investice do systému větrání a vytápění s tepelným čerpadlem a vzduchotechnickými jednotkami se za navrhovaných podmínek vyplácí jen při dlouhodobém provozování tohoto systému. Pokud ale uvážíme, že budova se standardně staví na alespoň 100 let provozu, i tato vyšší počáteční investice je zhodnocena a vyplatí se.

4.4.3 Výpočet prosté návratnosti fotovoltaického systému

Pro navrhovaný fotovoltaický systém bude využit dotační program „zelený bonus na výrobu elektřiny“, který je z hlediska návratnosti nejvýhodnější, protože při jeho využití je ušetřeno na nákupu elektřiny a zároveň je vyplácena podpora. Bude instalován výkon fotovoltaického systému do 5 kWp (přesně 4830 Wp), pro který je nejvýhodnější podpora v úrovni 2440 Kč/MWh (vyhlášena pro období od 1. 7. 2013 do 31. 12. 2013). Přehled podpor viz tabulka 4.8.

Předpokládaná produkce elektřiny na základě výpočtu v programu Energie 2013 činí 5,9 MWh/rok viz příloha č. 10. Produkce elektřiny vypočítána na základě nástroje PVGIS [37] je 4,44 MWh/rok viz příloha 16. Protože se jedná o přesnější výpočet zohledňující přesné geografické umístění systému bude pro kalkulaci návratnosti využit tento nižší výsledek, čímž bude zajištěna vyšší bezpečnost kalkulace. Do kalkulace bude zahrnuta i cena elektřiny, která se ušetří při využití vlastní elektřiny, a tudíž snížení spotřeby elektřiny dodávané ze sítě.

Tabulka 4.13 Skladba investiční ceny a prostá návratnost fotovoltaického systému

Prvek fotovoltaického systému	cena bez DPH [Kč/kus]	cena s DPH [Kč/kus]	kusů	cena s DPH [Kč]
FTV PANEL SunOwe 230	4652	5629	21	118207
KONSTR. UPEVNĚNÍ	850	1029	21	21599
KABELÁŽ AC/DC	8000	9680	1	9680
STŘÍDAČ FRONIUS	55741	67447	1	67447
ROZVADĚČ, KONEKTORY	6000	7260	1	7260
MONTÁŽ	14296	17298	1	17298
SUMA				241491

PRODUKCE ELEKTRINY	4,44	MWh/rok
DOTACE V PROGRAMU "ZELENÝ BONUS"	2440	Kč/MWh
CENA ELEKTRINY - NT - dle tzb-info.cz	2621	Kč/MWh
CELKOVÁ DOTACE = $4,44 \cdot 2440 =$	10834	Kč/rok
CELKOVĚ UŠETŘENO = $4,44 \cdot 2621 =$	11637	Kč/rok
CELKOVÝ FINANČNÍ PŘÍNOS = $10834 + 11637 =$	22471	Kč/rok
PROSTÁ NÁVRATNOST = $241491/22471 =$	10,7	let

Finanční podpora státu je garantována a poskytována po dobu 20 let, je také garantováno každoroční navýšení dotace o 2 % [18]. Záruka na fotovoltaické panely je 10 let. Náklady na údržbu jsou dle zkušeností provozovatelů velmi nízké. Z tohoto hlediska je investice do fotovoltaického systému výhodná a po cca 11 letech provozu bude produkovat už jen čistý zisk [19].

5. DENNÍ OSVĚTLENÍ

Denní osvětlení je osvětlení vnitřních prostor budov přirozeným rozptýleným světlem. Základní požadavky pro návrh a posouzení denního osvětlení dle ČSN 73 0580-1 [21] jsou jednak kvantitativní povahy: úroveň denního osvětlení (vyjádřená hodnotami činitele denní osvětlenosti) a rovnoměrnost osvětlení, jednak povahy kvalitativní, k níž patří rozložení světelného toku a převažující směr světla, oslnění a další jevy ovlivňující zrakovou pohodu (např. barva světla) [22].

5.1 POSOUZENÍ DENNÍHO OSVĚTLENÍ VYBRANÝCH MÍSTNOSTÍ

5.1.1 Činitel denní osvětlenosti a rovnoměrnost denního osvětlení

Činitel denní osvětlenosti D se stanoví výpočtem nebo měřením v budově či na modelu za venkovní situace charakteristické pro zimní období s malým množstvím denního světla za předpokladu tmavého terénu s činitelem odrazu světla v mezích 0,05 až 0,2 a rovnoměrně zatažené oblohy [21].

$$D = \frac{E}{E_h} \cdot 100 [\%]$$

kde

E je osvětlenost [lx] v kontrolním bodě interiéru

E_h je osvětlenost [lx] venkovní vodorovné nezacloněné roviny

$$D = D_s + D_e + D_i$$

kde

D_s je oblohová složka činitele denní osvětlenosti

D_e je vnější odražená složka činitele denní osvětlenosti

D_i je vnitřní odražená složka činitele denní osvětlenosti

Výpočet činitele denní osvětlenosti je proveden pomocí demo verze počítačového programu WDLS ASTRA 92 verze 4.1 [38] a vyhodnocen podle ČSN 73 0580-2:2007. Výsledky výpočtu jsou doloženy v příloze č. 18.

Rovnoměrnost denního osvětlení R se stanovuje jen pro vnitřní prostory s bočním osvětlením.

$$R = \frac{D_{\min}}{D_{\max}}$$

kde

D_{\min} je minimální činitel denní osvětlenosti zjištěný v posuzovaném prostoru

D_{\max} je maximální činitel denní osvětlenosti zjištěný v posuzovaném prostoru

5.1.2 Kritérium přístupu světla k průčelí objektu

Jako toto kritérium slouží činitel denní osvětlenosti D_w (%) roviny zasklení okna z vnější strany, který se však nezjišťuje pro nově navrhované budovy, tudíž se této budovy netýká [21].

5.1.3 Výběr posuzovaných místností a požadavky na denní osvětlení a rovnoměrnost denního osvětlení

Pro posouzení denního osvětlení byly vybrány tři prostory. Obytný prostor místnosti bytu č. 209 jako bytu, který je méně osvětlen než byt č. 214, a prostory přednášecích sálů č. 106 a 202.

Základní požadavky na denní osvětlení budov předepisuje ČSN 73 0580-1. Požadavky na denní osvětlení obytných budov jsou stanoveny v ČSN 73 0580-2:2007. Úroveň denního osvětlení v obytných místnostech s bočním osvětlovacím systémem se posuzuje ve dvou kontrolních bodech. Tyto kontrolní body jsou vzdáleny 1 m od boční stěny ve výšce 0,85 m od podlahy v polovině hloubky místnosti, ale maximálně 3 m od okna. Pak musí být D každého bodu $D \geq 0,7\%$ a jejich průměr $D_m \geq 0,9\%$.

V případě přednášecích sálů jsou požadavky stanoveny i dle ČSN 73 0580-3 [23]. Učebny s trvalým pobytem, který je vyšší než 4 hodiny, jsou zařazeny do třídy zrakové činnosti IV a je požadován minimální činitel denní osvětlenosti $D_{\min} \geq 1,5\%$ a průměrný činitel denní osvětlenosti $D_m \geq 5\%$. Průměrný činitel denní osvětlenosti se však stanovuje jen

v případě, že místnost má horní nebo kombinované denní osvětlení, což pro navrhovanou budovu neplatí. Hodnoty se zjišťují ve funkčně vymezené části učebny, jež je definována oblastí 1 m od pracovních ploch, v pravidelné síti srovnávací roviny v úrovni 0,85 m od podlahy a 1 m od ploch stěn. V případě, že $1,5 \% \geq D_{\min} \geq 0,5 \%$, pak navrhujeme sdružené osvětlení, o hodnotě min. 400 lx, nebo je nutno zajistit další osvětlovací otvor tak, aby hodnoty vyhovovaly.

Rovnoměrnost denního osvětlení by neměla být nižší než 0,2.

5.1.4 Vyhodnocení výsledků

U obytné místnosti č. 209 posuzované ve dvou bodech vychází $D_1 = 1,8 \%$, $D_2 = 1,5 \%$ a $D_m = 1,65 \%$, rovnoměrnost $R = 0,871$. Místnost vyhovuje na denní osvětlení.

U přednášecího sálu č. 106 posuzovaného v 77 rovnoměrně rozmístněných bodech 1 m od ploch stěn. Vychází $D_{\min} = 1,2 \%$ – nevyhovuje v 10 bodech od oken nejvzdálenějšího rohu učebny, $D_{\max} = 8,4 \%$ a $D_m = 3 \%$, rovnoměrnost $R = 0,146$ – nevyhovuje. Jelikož je však $D_{\min} > 0,5$, je možno navrhnout v místech, kde je $D_{\min} < 1,5$ sdružené osvětlení v hodnotě min. 400 lx, poté místnost dle normy vyhoví. Přednášecí sál č. 202 byl posouzen také v 77 rovnoměrně rozložených bodech 1 m od stěn. Má tyto hodnoty: $D_{\min} = 1,3\%$ – nevyhovuje v 7 bodech od oken nejvzdálenějšího rohu učebny, $D_{\max} = 9,5 \%$ a $D_m = 3,2 \%$, rovnoměrnost $R = 0,131$ – nevyhovuje. Z důvodu nedostatečného minimálního činitele denní osvětlenosti a rovnoměrnosti je taktéž navrhováno v oblasti nedostatečného osvětlení sdružené osvětlení o min. hodnotě 400 lx, poté místnost vyhoví.

Výsledky výpočtu v demo verzi programu WDLS 4.1 viz příloha 18.

6. ZÁVĚR

Záměrem této práce bylo vytvořit projekt stavby občanské vybavenosti sloužící k výukovým a vzdělávacím potřebám. Stavební část byla řešena tak, aby vyhovovala platným normám a vyhláškám, zejména vyhlášce č. 398/2009 Sb., zabezpečující bezbariérové užívání staveb. Svým materiálovým řešením při maximálním využití dřevěných materiálů je stavba koncipována směrem k celkové šetrnosti vůči našemu životnímu prostředí, a také k širšímu využívání dřeva jako obnovitelného zdroje stavebního materiálu i energie. Dřevo je materiál, jehož potenciál byl v minulosti podceňován a na nějž je Česká republika bohatá, je obnovitelný a při správném dlouhodobém hospodaření v podstatě nevyčerpatelný, jeho využívání vede i k pozitivním národohospodářským dopadům, např. v zaměstnanosti v ekonomicky slabších a odlehlých regionech ČR.

Aby byly maximálně využity pozitivní vlastnosti zvoleného stavebního materiálu, byl stanoven požadavek, aby byla budova vytvořena v nízkoenergetickém standardu. Tohoto cíle se podařilo dosáhnout, mj. díky užití méně tradičního konstrukčního pojetí, kdy je stavba tvořena dvěma maximálně nezávislými nosnými vrstvami dřeva, mezi nimiž je prostor vyplněný celulózovou izolací, jež jsou utvořeny tak, aby byly minimalizovány tepelné mosty mezi nimi. V části práce věnující se stavební tepelné technice je prokázáno, že tato koncepce se vyplatila a vlastnosti konstrukce dosahují až doporučených hodnot pasivního standardu. Stavební koncepce také počítá s maximálním využitím tepelných zisků ze slunečního záření, proto jsou navrženy velké okenní otvory zajišťující využití sluneční energie v zimě a zároveň předsunutý balkón chránící jižní stranu budovy před sluncem v létě.

Na tyto tepelně technické a stavebně-koncepční vlastnosti budovy plynule navazuje koncepce návrhu vytápění, kdy je použito teplovzdušné vytápění a větrání s rekuperací tepla. Teplovzdušné vytápění se vyznačuje vynikajícími schopnostmi pružné a rychlé regulace v závislosti na proměnlivých solárních ziscích vnitřních prostor. Větrací systém je u této budovy nutností, protože je nutné zajistit hygienické výměny vzduchu v místnostech, kde se bude shromažďovat větší množství osob a je také podmínkou vyhodnocení budovy jako nízkoenergetické. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo voda-voda, jež využije umístění budovy v blízkosti vodního zdroje. Součástí této kapitoly je také ekonomické zhodnocení navrženého systému vytápění, přičemž se potvrzuje, že přes vysoké investiční náklady do větracího systému a tepelného čerpadla je tato koncepce z dlouhodobého hlediska oproti jiným systémům výhodná.

V závěrečné části práce je vyhodnoceno denní osvětlení vybraných místností, které po návrhu sdruženého osvětlení vyhoví ve všech hodnocených prostorech.

Celkové vyhodnocení energetické náročnosti budovy ukazuje, že budova se svými vlastnostmi pohybuje na nižší úrovni škály energetické náročnosti nízkoenergetického standardu a blíží se pasivnímu standardu. Z tohoto hlediska bylo zadání práce splněno.

Poděkování

Děkuji své vedoucí diplomové práce Ing. Ivetě Skotnicové, Ph.D. za cenné rady poskytnuté při zpracování práce a přívětivé vedení.

Taktéž děkuji svému konzultantu diplomové práce Ing. Filipu Čmielovi, který mě svými radami pomohl překonat úskalí stavební části této práce.

Seznam tabulek

Tab. 2.1	Kapacity místností
Tab. 2.2	Užitkové plochy
Tab. 2.3	Obestavěné prostory
Tab. 3.1	Vyhodnocení f_{Rsi}
Tab. 3.2	Výpočet $\varphi_{si,cr}$
Tab. 3.3	Vyhodnocení součinitele prostupu tepla
Tab. 3.4	Vyhodnocení lineárního činitele prostupu tepla
Tab. 3.5	Vyhodnocení poklesu dotykové teploty podlahy
Tab. 3.6	Vyhodnocení kondenzace vodní páry
Tab. 3.7	Určení kritické místnosti
Tab. 4.1	Tepelné ztráty místností a zón prostupem tepla
Tab. 4.2	Tepelné zisky místností a zón a výsledné ztráty
Tab. 4.3	Navrhované minimální výměny vzduchu
Tab. 4.4	Návrhová teplota přiváděného vzduchu
Tab. 4.5	Přepočet množství přiváděného vzduchu
Tab. 4.6	Celkové množství přiváděného a odváděného vzduchu
Tab. 4.7	Zónování a reálné množství přiváděného a odváděného vzduchu
Tab. 4.8	Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření
Tab. 4.9	Skladba investiční a provozní ceny navrhovaného systému s TČ
Tab. 4.10	Skladba investiční a provozní ceny druhého provozně nejlevnějšího systému a prostá návratnost investičních vícenákladů
Tab. 4.11	Skladba investiční a provozní ceny navrhovaného systému s TČ
Tab. 4.12	Skladba investiční a provozní ceny druhého provozně nejlevnějšího systému a prostá návratnost investičních vícenákladů
Tab. 4.13	Skladba investiční ceny a prostá návratnost fotovoltaického systému

Seznam obrázků

Obr. 2.1	Vizualizace architektonické kompozice
Obr. 2.1	Sortiment profilů sruboviny
Obr. 3.1	Tepelný most ve stěně – izotermy
Obr. 3.2	Tepelný most ve stěně – teplotní pole
Obr. 3.3	Roh – stěna – stěna – izotermy
Obr. 3.4	Roh – stěna – stěna – teplotní pole
Obr. 3.5	Stěna – vnitřní stěna – izotermy
Obr. 3.6	Stěna – vnitřní stěna – teplotní pole
Obr. 3.7	Stěna – strop 2. NP – izotermy
Obr. 3.8	Stěna – strop 2. NP – teplotní pole
Obr. 3.9	Stěna – podlaha – izotermy
Obr. 3.10	Stěna – podlaha – teplotní pole
Obr. 3.11	Energetická náročnost budovy
Obr. 4.1	Změna toku slunečního záření dopadající na vnější povrch atmosféry
Obr. 4.2	Roční dávka ozáření v ČR
Obr. 4.3	Součásti fotovoltaického systému
Obr. 4.4	Porovnání celkových ročních nákladů na jednotlivé zdroje tepla
Obr. 4.5	Porovnání celkových ročních nákladů na jednotlivé zdroje tepla

Literatura

- [1] ČSN 01 3420. *Výkresy pozemních staveb – kreslení výkresů stavební části*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [2] NOVOTNÝ, J. *Cvičení z pozemního stavitelství, Konstrukční cvičení*. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86817-23-1
- [3] ČSN 73 0540. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [4] ČSN 73 0580. *Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [5] <http://www.lift-components.cz/product-category/lc-mini/>
- [6] VAVERKA, J.; HIRŠ, J.; SKOTNICOVÁ, I., aj. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Brno: Vutium, 2006. ISBN 80-214-2910-0.
- [7] ČSN 73 0540. *Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [8] SKOTNICOVÁ, I.; LABUDEK, J. *Stavební tepelná technika 1. Studijní texty pro cvičení* Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-767-3.
- [9] SVOBODA, Z. *Lineární činitel prostupu tepla*. Praha: Fakulta stavební ČVUT <http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=216>
- [10] Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti.
- [11] TNI 73 0330. *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [12] NAGY, E. *Nízkoenergetický a energeticky pasivní dům*. Bratislava: Jaga Group, s. r. o., 2009. ISBN 978-80-8076-077-9.
- [13] ČSN 73 0548. *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů*. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1985.
- [14] GALDA, Z. *Klimatizace, větrání. Přednášky pro navazující magisterské studium studijního oboru Prostředí staveb*. Ostrava: Fakulta stavební VŠB–TUO. Katedra prostředí staveb a TZB. Číslo projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0125.
- [15] Székayová, M.; Ferstl, K.; Nový, R. *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Jaga Group, s. r. o., 2006. ISBN 80-8076-037-3.
- [16] Petráš, D. a kolektiv. *Nízkoteplotní vytápění*. Bratislava: Jaga Group, s. r. o., 2008. ISBN 978-80-8076-069-4.
- [17] Matuška, T. *Alternativní zdroje energie*. Praha: ČVUT, 2010. Učební texty.
- [18] http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=1670
- [19] Energetický regulační úřad. *Energetický regulační věstník. Cenové rozhodnutí ERU č. 4/2012 ze dne 26. listopadu 2012, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie*. Jihlava: ERU, 2012.
- [20] <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypoety/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>
- [21] ČSN 01 0580-1. *Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [22] SKOTNICOVÁ, I. *Osvětlení a akustika. Výukové moduly pro 1. ročník navazujícího magisterského studia studijního oboru Prostředí staveb*. Ostrava: Fakulta stavební VŠB–TUO. Katedra prostředí staveb a TZB. Číslo projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0125
- [23] ČSN 01 0580-3. *Denní osvětlení budov. Část 3: Denní osvětlení škol*. Praha: Český normalizační institut, 2007.

Elektronické zdroje

- [24] <http://www.aco.cz>
- [25] <http://www.vekra.cz>
- [26] <http://www.climax.cz>
- [27] <http://www.finnlamelli.fi>
- [28] <http://www.climatizer.cz>
- [29] <http://www.ruukkistrechy.cz>
- [30] <http://www.atrea.cz>
- [31] <http://www.azklima.com>
- [32] <http://www.multivac.cz>
- [33] <http://www.carel-cz.cz>
- [34] <http://www.tepelna-cerpadla-pzp.cz>
- [35] <http://elpumps.hu>
- [36] <http://www.solartec.cz>
- [37] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- [38] <http://astra92.dnh.cz>
- [39] <http://www.cic.cz>
- [40] <http://www.wilo.cz>
- [41] <http://www.ivarcs.cz>

Seznam příloh

1. Technické parametry výtahu a požadované rozměry jeho šachty
2. Výpočet schodiště
3. Vlastnosti oken a dveří a jejich přehled
4. Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce. Výstupy z programu AREA 2010
5. Doložení součinitelů prostupu tepla. Výstupy z programu TEPLO 2010 a AREA 2010
6. Lineární činitel prostupu tepla. Výstupy z programu AREA 2010
7. Pokles dotykové teploty podlahy. Výstupy z programu TEPLO 2010
8. Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období. Výstup z programu STABILITA 2010
9. Tepelná stabilita místnosti v letním období. Výstup z programu SIMULACE 2010
10. Energetická náročnost budovy. Výstup z programu ENERGIE 2013. Energetický štítek obálky budovy. Průkaz energetické náročnosti budovy
11. Tepelné ztráty prostupem tepla. Výstup z programu ZTRÁTY 2010
12. Stanovení potřeby TV a tepla na její ohřátí dle ČSN 06 0320
13. Tlakové ztráty vzduchových rozvodů a jejich dimenzování. Přehled prvků rozvodů vzduchu.
14. Technické parametry vzduchotechnických jednotek Duplex Multi 2500 a zvlhčovacích jednotek. Výstup z programu Atrea Duplex 7.10.076
15. Technické parametry tepelného čerpadla HP3WW10E a součástí vytápěcího okruhu
16. Fotovoltaický systém
17. Zadání a výsledky porovnávacího výpočtu nákladů na vytápění
18. Denní osvětlení. Výstup z programu WDLS 4.1

Seznam výkresů

1. Stavební část	M
1.01 Koordinační situace	1:200
1.02 Základy	1:50
1.03 Půdorys 1NP	1:50
1.04 Půdorys 2NP	1:50
1.05 Půdorys 3NP	1:50
1.06 Řez A-A	1:50
1.07 Pohledy	1:100
1.08 Strop 1NP - Rozmístění stropnic	1:50
1.09 Strop 2NP - Rozmístění stropnic	1:50
1.10 Půdorys střechy	1:50
1.11 Vizualizace budovy	
2. Část vytápění	
2.01 Oslunění z jižní strany – výška slunce	1:75
2.02 1NP – Teplovzdušné vytápění – okruh VZTJ č. 1	1:50
2.03 2NP – Teplovzdušné vytápění – okruh VZTJ č. 1	1:50
2.04 1NP – Nucené větrání – okruh VZTJ č. 2	1:50
2.05 2NP – Nucené větrání – okruh VZTJ č. 2	1:50
2.06 Rozvržení zařízení v technické místnosti	1:25
2.07 Zapojení zdroje tepla do otopné soustavy	1:50
2.08 Řez sací studnou a přívod primární vody k TČ	1:50